QL
933
R17
1896

SOA

Beiträge zum Studium

der

Medulla oblongata.

von

S. Ramón y Cajal.

DIVISION OF PHYSICAL ANTHROPOLOGY

U. S. NATIONAL MUSEUM

THE HRDLIČKA LIBRARY

Dr. Aleš Hrdlička was placed in charge of the Division of Physical Anthropology when it was first established in 1903. He retired in 1942. During this time he assembled one of the largest collections of human skeletons in existence and made outstanding contributions to his science. On his death, September 5, 1943, he bequeathed his library to the Division, with the provision that *"_____it be kept exclusively in the said Division, where it may be consulted but not loaned out_____"*

A. Hrdlička

STUDIUM DER MEDULLA OBLONGATA

VON

S. RAMÓN Y CAJAL.

QL
933
R17
G1896
50A

BEITRAG

ZUM

STUDIUM DER MEDULLA OBLONGATA

DES KLEINHIRNS UND DES

URSPRUNGS DER GEHIRNNERVEN

VON

S. RAMÓN Y CAJAL
PROFESSOR DER HISTOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT MADRID.

DEUTSCHE VOM VERFASSER ERWEITERTE AUSGABE

BESORGT VON

JOHANNES BRESLER
OBERARZT DER PROV. HEIL- UND PFLEGE-ANSTALT ZU FREIBURG I. SCHL.

MIT EINEM VORWORT VON

E. MENDEL
PROFESSOR DER PSYCHIATRIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

MIT 40 ABBILDUNGEN.

LEIPZIG,
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.
1896.

SMITHSONIAN
AUG 5 1968
LIBRARIES

Vorwort.

Die neuesten Untersuchungen Ramón y Cajal's durch eine Uebersetzung den deutschen Fachgenossen zugänglich gemacht zu sehen, wird von diesen gewiss mit grosser Freude begrüsst werden.

Die vorliegenden Arbeiten beziehen sich auf ein Gebiet, das mit zu den schwierigsten gehört und deshalb voll von widersprechenden Resultaten Seitens der verschiedenen Forscher war. Hierher gehört das Ursprungsgebiet des Trigeminus, wie das des Vagus, Glossopharyngeus und Acusticus. Wenn nun auch trotz der sorgfältigen Untersuchungen Cajal's und trotz der grossen Vortheile, welche die embryonale Untersuchungsmethode bei der Ergänzung der Anatomie des Nervensystems bietet, noch manche Fragen der endgültigen Beantwortung harren, so ist doch Vieles wieder gefördert und dem definitiven Abschlusse näher gebracht worden.

Die knappe und präcise Darstellung, welche auch in der deutschen Uebersetzung festgehalten zu haben, ein besonderes

Verdienst des Uebersetzers ist, wie die trefflichen Abbildungen werden das Verständniss der schwierigen anatomischen Verhältnisse sehr erleichtern.

Wir sind überzeugt, dass das vorliegende Buch nicht bloss keinem Anatomen und Physiologen, sondern auch keinem Neuropathologen in seiner Bibliothek fehlen darf.

Prof. Dr. Mendel.

Inhalt.

		Seite
I.	Ursprünge des Trigeminus	1
II.	Ueber ein aus dem Pedunculus cerebelli superior entspringendes Faserbündel	17
III.	Kleinhirnrinde	21
IV.	Vorderer Vierhügel	26
V.	Ganglion interpedunculare der Säugethiere	32
VI.	Olive des Bulbus	39
VII.	Ursprung des Vagus und Glossopharyngeus	43
VIII.	Kerne des Goll'schen und Burdach'schen Strangs	50
IX.	Hinteres Längsbündel	52
X.	Ursprung des Nervus vestibularis	61
XI.	Nervus cochlearis und acustische Kerne	75
XII.	Structur des Thalamus opticus	101
XIII.	Rother Kern und Gegend der Haube	113
XIV.	Pedunculus cerebelli inferior	119
XV.	Kern des Hypoglossus	122
XVI.	Facialiskern	125
XVII.	Zellen der Substantia reticularis des Bulbus	128
XVIII.	Glandula pinealis	130
XIX.	Endigung von Associationsfasern in der Molecularschicht des Gehirns	132

I.

URSPRÜNGE DES TRIGEMINUS.

Der N. trigeminus besitzt zwei Wurzeln, eine sensible und eine motorische, welche sich nach den Untersuchungen von His, Kölliker, van Gehuchten, Held und nach den unsrigen im Wesentlichen wie diejenigen der Medulla spinalis verhalten.

Die sensible Wurzel entspringt aus dem Ganglion Gasseri, dessen Zellen, wie wir schon im Jahre 1891 [1]) nachgewiesen haben, monopolar sind. Der Zellfortsatz theilt sich in zwei Aeste: der eine, stärkere, zieht nach der Peripherie, der andere, relativ zarte, dringt in die Brücke ein. Die Vereinigung der zarten oder inneren Aeste bildet die sensible Wurzel des Nervs. Letztere macht keine Ausnahme von dem für die Morphologie der hinteren Wurzeln geltenden Gesetze: beim Eintritt in die Brücke erfahren ihre Fasern eine Bifurkation und bilden einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast.

Diese Bifurkation wurde zum ersten Male von uns beschrieben in der oben citirten kurzen Mittheilung, die jedoch wegen der geringen Verbreitung des Journals, in dem sie erschienen, den Neurologen nicht bekannt geworden ist. „Bei Mäusen — schrieben wir — findet man am Ende des Fötallebens, dass die laterale Partie der Brücke, in der dem Ursprung des Trigeminus entsprechenden Stelle, ein dickes, longitudinales Bündel enthält, welches so oberflächlich liegt, dass es nach aussen eine Vorwölbung bildet. Dasselbe setzt sich zusammen aus den auf- und absteigenden Aesten, in welche sich jede aus dem Ganglion Gasseri kommende Faser spaltet. Die Bifurkation geschieht im stumpfen Winkel, wie bei den sensiblen Wurzeln der Medulla spinalis; aus jedem

auf- und absteigenden Ast entspringen feine, kurze Collateralen, die mit einer varikösen Verzweigung enden. Die motorische Wurzel hat keine Bifurkationen.“ [2]) Bald darauf wurden die genannten Bifurkationen von Kölliker[3]) und Held[4]) bei Säugethieren, von van Gehuchten bei Hühnerembryonen beobachtet.

Van Gehuchten fügt unserer Beschreibung die Angabe zu, dass die Bifurkation der Fasern der sensiblen Wurzel manchmal eine ungleiche ist, der aufsteigende Ast feiner als der absteigende; dass ausserdem ersterer in horizontaler Richtung verläuft und vielleicht die centrale sensible Kleinhirn-Bahn Edinger's bildet, während letzterer im eigentlichen Sinne des Wortes ein absteigender ist und die sogenannte „aufsteigende Wurzel“ der Autoren erzeugt.

In seinem letzten Werke scheint van Gehuchten[5]) der Ansicht zu huldigen, dass die genannten aufsteigenden oder transversalen Bifurkationsäste in den absteigenden Ast der motorischen Wurzel eintreten und mit diesem bis in die Gegend des hinteren Vierhügels ziehen, um sich zur Seite der grauen Substanz des Aquaeductus Sylvii zu begeben. Diese Behauptung van Gehuchten's scheint nicht genügend begründet, da aus unseren Beobachtungen, in völliger Uebereinstimmung mit denjenigen Kölliker's und Lugaro's, mit Sicherheit hervorgeht, dass der absteigende Ast der motorischen Wurzel ausschliesslich aus motorischen Fasern besteht.

Mit voller Deutlichkeit scheint auch Kölliker die Bifurkation der sensiblen Wurzel nicht gesehen zu haben. Er behauptet[6]), dass nicht alle sensiblen Fasern sich spalten, und dass, sofern sie dies thun, beide Aeste nach unten ziehen, um die aufsteigende Wurzel der Autoren zu erzeugen; es gäbe alsdann in Wirklichkeit keinen sensiblen aufsteigenden Ast. — Wir werden bald sehen, dass der genannte Ast existirt; nur ist er, bei den grossen Schwierigkeiten, welche die Imprägnirung bereitet, der Beobachtung des Würzburger Histologen vielleicht entgangen.

Auch Held[7]) spricht von der Bifurkation der Trigeminusfasern bei den Säugethieren. Seine Beschreibung kann summarischer nicht sein: „Die Wurzelfasern der sensiblen Wurzel spalten sich in zwei Aeste, von denen der absteigende in die sogenannte aufsteigende Trigeminuswurzel zieht, der andere mit seinen Endverzweigungen im sensiblen Kern auf-

hört.“ Indess aus der der Arbeit beigefügten Zeichnung ist nicht klar ersichtlich, ob genannter Autor die Bifurkation gesehen, oder eine einfache Collaterale des absteigenden Astes für einen aufsteigenden gehalten hat. Wenigstens sieht man in jener Figur nicht das Anfangsstück des Nervenfortsatzes, noch entdeckt man die aufsteigende Portion der Wurzel, welche vor dem Eintritt in die graue Substanz eine oberflächlich gelegene Schicht von Nervenfasern bildet.

Neuere Beobachtungen, welche wir bei neugeborenen Mäusen und Kaninchen gemacht haben, bestätigen die von uns vor vier Jahren über diese Frage veröffentlichten, und wir gestatten uns einige Details hierüber hinzuzufügen.

Wie aus Fig. 1, *A*, welche einen Längsschnitt durch die Medulla oblongata eines Mäusefoetus darstellt, ersichtlich, ist die Bifurkation der sensiblen Fasern eine unverkennbare Thatsache. Von den beiden Aesten ist der aufsteigende der feinere; er zieht eine Strecke weit längs der Rinde des Pons hinauf und endet mit freien Verzweigungen in der Substantia gelatinosa (*a*). Die Bifurkation hat im Allgemeinen die Form eines γ, indem beide Aeste die Richtung des Ursprungsstückes ändern; gleichwohl existiren Fasern, bei welchen der absteigende Ast sich in der Richtung des Ursprungsstückes fortsetzt, während der aufsteigende eine wahre Collaterale desselben repräsentirt. Der absteigende Ast ist dick und bildet, wie bekannt, den grossen, kräftigen sensiblen Strang, welcher bis weit über die Pyramidenkreuzung hinabsteigt.

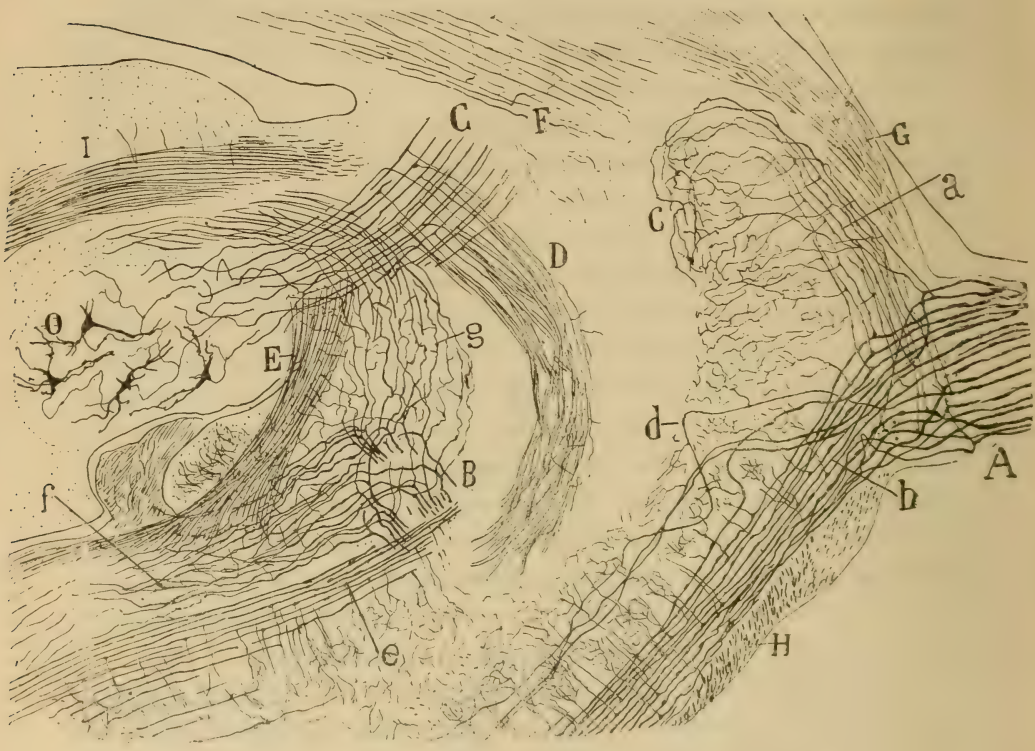
Nach einer verschieden langen Strecke wendet sich der aufsteigende Ast nach innen, beschreibt eine Curve mit tiefer Concavität und tritt in das obere Ende der Substantia gelatinosa ein, woselbst er sich in zahlreiche, mit Collateralen vermengte Endverzweigungen auflöst. Manchmal richten sich diese Endverzweigungen nach unten in die tiefe Schicht der Substantia gelatinosa und ihre letzten Reiser stehen mehr oder weniger vertikal (Fig. 1, *c*).

Trotz ihrer Zartheit senden die aufsteigenden Aeste rechtwinklig Collateralen aus, die feineren eine oder zwei, die stärkeren drei oder vier. Alle diese Collateralen verzweigen sich zwischen den Zellen der Substantia gelatinosa und bilden dichte Plexus, ähnlich denen der Collateralen des absteigenden Astes; einige überschreiten zu Bündeln

vereinigt die Grenzen der Substantia gelatinosa und verzweigen sich im Nucleus masticatorius (motorischer Trigeminuskern).

Giebt es sensible Fasern, die sich ohne Bifurkation einfach in die

Fig. 1.



Lateral-sagittaler Schnitt durch Brücke und Kleinhirn eines Mäusefoetus.

A, sensible Wurzel des Trigeminus, getheilt in aufsteigende (*a*) und absteigende Aeste (*b*); *c*, Endverzweigungen der aufsteigenden Aeste; *d*, Wurzelfasern, welche in die Tiefe steigen; *e*, hinterer Theil der absteigenden Portion der sensiblen Wurzel; *B*, Bifurkation des Nervus vestibularis, dessen aufsteigende Aeste *g* zum Kleinhirn, dessen absteigende *f* zum Bulbus ziehen; *C*, Bindearm (Pedunculus cerebelli superior); *D*, absteigendes Kleinhirnbündel; *E*, Corpus restiforme (Pedunculus cerebelli inferior); *F*, Lemniscus lateralis; *H*, Corpus trapezoides; *O*, Corpus dentatum.

absteigende sensible Wurzel fortsetzen? Der deutliche Volumensunterschied zwischen auf- und absteigender Wurzel legt diese Vermuthung nahe. Doch ist die Thatsache selbst schwer festzustellen. Wir können

nur versichern, dass die grosse Mehrzahl der sensiblen Fasern sich wirklich spalten und die geringere Stärke der aufsteigenden Wurzel sich durch die bedeutende Zartheit der sie bildenden Aeste erklärt.

Was die Eigenthümlichkeiten des absteigenden Astes anlangt, so können wir hier nur die Beobachtungen Kölliker's bestätigen. Es ist bekannt, dass die absteigende Trigeminuswurzel im Bulbus einen halbmondförmigen Strang bildet, welcher bei den Nagethieren eine beträchtliche Entwickelung erreicht. In diesem Strang lassen sich zwei Schichten unterscheiden, eine oberflächliche, aus groben Fasern bestehende und einen continuirlichen Ueberzug darstellende, und eine tiefe, aus verticalen Bündeln bestehende, welche durch Nervenzellen und Collateralbüschel untereinander getrennt sind.

Sowohl die tiefe wie die oberflächliche Schicht scheinen durch die absteigenden Aeste der sensiblen Wurzel gebildet, wie man bei der Durchsicht von Sagittalschnitten durch die sensible Ursprungsstätte des Trigeminus (bei Mäusen) findet (Fig. 1, *d*).

An diesen Schnitten erkennt man, dass einige sensible Fasern, statt sich zur oberflächlichen Schicht zu begeben, mitten in die Substantia gelatinosa eintreten, indem sie einen nach unten concaven Bogen beschreiben, dann vertical verlaufen, jedoch in einiger Entfernung von der Hauptfaserschicht sich haltend. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die tiefen Bündel der sensiblen Wurzel einfach die Fortsetzung dieser dislocirten Fasern darstellen. In jedem Fall senden die tiefen wie die oberflächlichen Fasern zahlreiche zwischen die Zellen der Substantia gelatinosa vertheilte Collateralen aus.

Die Collateralen lassen sich nach der Region, in der sie sich finden, in folgende Kategorien eintheilen: 1. Interfasciculäre Collateralen, solche, welche ihre freien Verzweigungen in der Umgebung der unter der oberflächlichen und zwischen den Fascikeln der tiefen Schicht gelegenen Nervenzellen entfalten. 2. Marginale Collateralen, welche bald nach vorn, bald nach hinten ziehend, längs der Bündel der tiefen Schicht sich in der Umgebung der spindelförmigen Randzellen verzweigen. 3. Innere Collateralen, welche zu kleinen Bündeln vereinigt und die Fasern der tiefen Schicht passirend, in der Substantia gelatinosa zwei oder drei Lagen äusserst dichter Endverzweigungen bilden. Viele dieser

Collateralen, besonders die dem hinteren Theil der absteigenden Wurzel entstammenden, enden in der Anhäufung gewisser wohl begrenzter und in der dorsalen Partie der Substantia gelatinosa gelegener Zellinseln.

Die eben beschriebenen Collateralen gehören sämmtlich dem kurzen Typus an; sie sind einfach in der Substantia gelatinosa verzweigt. Existiren auch lange oder motorisch-reflectorische Collateralen? Kölliker vermuthet letzteres und behauptet die Existenz von Verbindungen zwischen ihnen und den Kernen des Hypoglossus, des Facialis und dem motorischen Trigeminuskern. Abgesehen von den Collateralen des aufsteigenden Astes, die im motorischen Trigeminuskern vertheilt sind, gelang es uns niemals, diese langen Collateralen zu erhalten, obgleich wir in Hunderten von vorzüglich imprägnirten Schnitten die Nervenplexus der Substantia gelatinosa und der motorischen Kerne der Medulla obl. und der Brücke darstellten. Wenn sie wirklich existiren, müssen sie sehr selten sein; wir glauben nicht, dass sie die gewöhnliche Bahn der Reflexe darstellen, die vielmehr wahrscheinlich durch die den Nervenfortsätzen der sensiblen Zellen zweiter Ordnung entstammenden Collateralen gebildet wird.

Zellen der Substantia gelatinosa des Trigeminus und centrale Bahn des letzteren.

Diese Zellen sind von verschiedenen Autoren beobachtet, jedoch, soviel uns bekannt, nie zum Gegenstand eines eingehenden Studiums gemacht worden. Kölliker, der sie in seinem letzten Buche erwähnt, behauptet, dass die Zellen der Substantia gelatinosa sich in zwei Arten unterscheiden lassen, in grosse und kleine, und dass die Nervenfortsätze, die keine Collateralen besitzen, wahrscheinlich (eingestandener Maassen gelang es ihm nicht, ihren Verlauf mit Sicherheit zu verfolgen) nach innen ziehen, Bögen beschreiben (wie die Fasern der Schleife), die Raphe passiren und, sich longitudinal wendend, zur Bildung der centralen sensiblen Bahn beitragen. In ihrem longitudinalen Verlauf durch den Lemniscus internus senden sie Collateralen aus, die sich wahrscheinlich in der Umgebung der Zellen der grauen und weissen reticulären Substanz verzweigen.

Diese Ansicht Kölliker's, welche sich hauptsächlich auf die Beobachtung nach der Weigert-Palschen Methode behandelter Schnitte stützt, ist im Wesentlichen von uns bestätigt worden und zwar an Präparaten

aus der Medulla obl. von Mäusen, wo man den ganzen Verlauf der den Zellen der Substantia gelatinosa entstammenden Axencylinder leicht verfolgen kann.

Die Zellen des sensiblen Trigeminuskerns sind in drei Zonen angeordnet, nämlich von innen nach aussen: 1. die interstitiellen Zellen; 2. die Rand- oder Grenzzellen; 3. die tiefen oder inneren Zellen.

Die interstitiellen Zellen sind dreieckig oder sternförmig, manchmal spindelförmig, und sitzen bald zwischen den Bündeln der tiefen Wurzelschicht, bald zwischen diesen und der oberflächlichen Schicht; ihre Protoplasmafortsätze ziehen, die einen nach vorn, die anderen nach hinten, noch andere nach innen, die genannten Bündel passirend. Der Axencylinder verläuft öfter in antero-posteriorer Richtung und tritt in die benachbarten Bündel ein, manchmal auch in die Substantia gelatinosa und setzt sich in eine Faser der sensiblen centralen Bahn fort. Fast alle diese Zellen sind von mittlerer Grösse, indess erreichen manche von ihnen einen ganz beträchtlichen Umfang (Fig. 2, *a*).

Die Randzellen bilden ein dünnes Stratum unter den Bündeln der tiefen Faserschicht. Viele derselben haben Spindelform; ihre polaren Fortsätze erstrecken sich in antero-posteriorer Richtung; andere haben Mitra- oder Birnenform; ihre Protoplasmafortsätze, meist von vorn nach hinten ziehend, entspringen zuweilen auch von der inneren Seite des Zellkörpers. Der Axencylinderfortsatz verlief in zwei oder drei Fällen nach vorn, lieferte eine Collaterale für die Substantia gelatinosa und setzte sich in eine verticale Faser des Planum fibrillare profundum fort. In anderen Fällen zog er nach innen, um die sensible centrale Bahn zu bilden.

Die tiefen Zellen oder Zellen der Substantia gelatinosa sind sehr zahlreich, haben gewöhnlich dreieckige oder Sternform und unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Grösse in Riesen- und in kleine Zellen.

Die kleinen Zellen sind die häufigeren und erscheinen, wenn auch einige ohne bestimmte Anordnung in der Substantia gelatinosa zerstreut liegen, in kleinen, nicht immer deutlich begrenzten Inseln zusammengehäuft. Solche Inseln fehlen nie in der dorsalen Region der Substantia gelatinosa; sie bestehen aus drei Elementen: 1. Sehr fein verzweigte,

Fig. 2.

Querschnitt durch die sensible absteigende Wurzel des Trigeminus eines neugeborenen Kaninchens.

A, vorderer Theil der Wurzel; *a*, interstitielle Zellen; *c*, Randzellen; *d*, Zellinseln der Subst. gelat.; *e*, kleine Zellen dieser Inseln; *f*, sternförmige, nicht in Inseln angeordnete Riesenzellen; *g*, interinsuläre Zellen; *h*, eine Randzelle, deren Axencylinder bis in die weisse Substanz oder in die Gegend der Wurzel zu ziehen scheint.

varicöse, dornenartige Protoplasmafortsätze, aus spindelförmigen oder dreieckigen Zellen stammend und in den Zwischenräumen zwischen den Inseln liegend. 2. Aeusserst complicirte Fortsätze, die aus kleinen, innerhalb der genannten Zellinseln oder -kolonien liegenden Zellkörperchen entspringen. 3. Eine bedeutende Zahl von sehr dichten Nervenverzweigungen, welche aus dem Ramus descendens des Trigeminus kommen (Fig. 2, *d*).

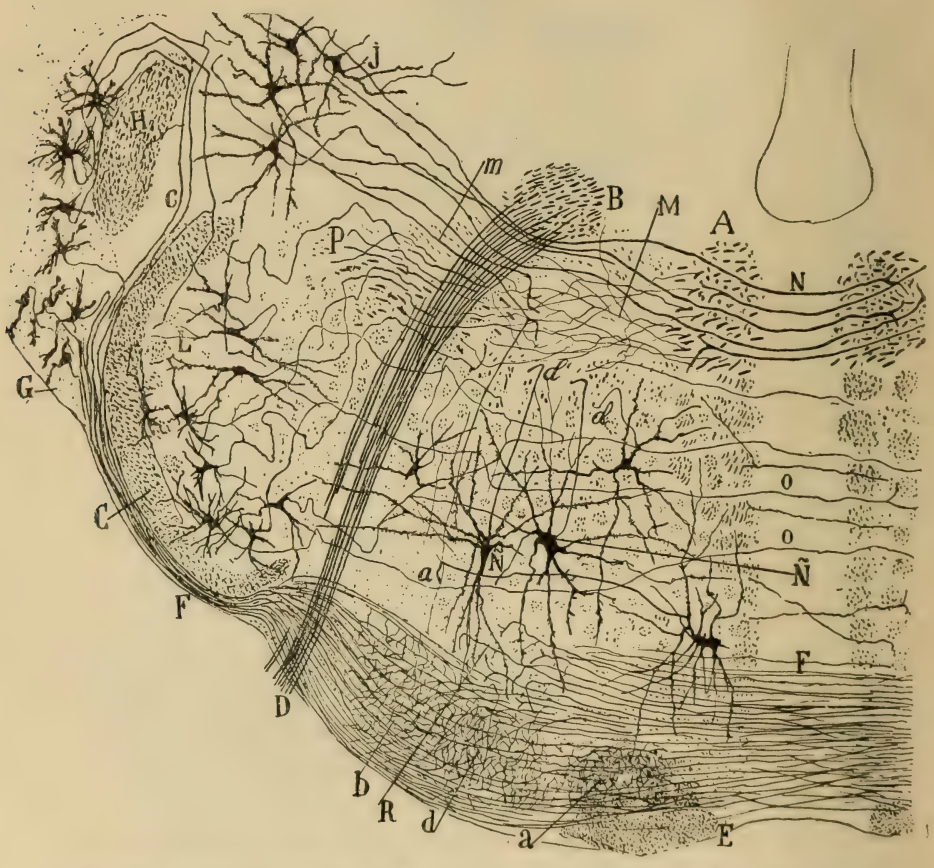
Die peripher gelegenen Zellen jeder Insel haben öfter die Form einer Mitra oder einer Birne und ihre Protoplasmafortsätze, welche ausschliesslich der inneren Seite des Zellkörpers entspringen, zerfasern sich innerhalb der Insel selbst zu Büscheln varicöser Aestchen, welche an diejenigen der mitraförmigen Zellen des Bulbus olfactorius erinnern. Der sehr zarte Axencylinder der kleinen Zellen liefert mannigfache, in der Substantia gelatinosa verzweigte Collateralen; sein Verlauf ist so unregelmässig, dass es selten gelingt, ihn über die genannte Substanz hinaus zu verfolgen. Zuweilen indess sahen wir ihn die Substantia reticularis grisea erreichen, von wo er sich vielleicht in die centrale sensible Bahn begab.

Die Riesen- (medianen) Zellen liegen unregelmässig durch die ganze Substantia gelatinosa zerstreut. Diese sind es, an denen wir mit voller Sicherheit den Axencylinderfortsatz verfolgen konnten. Gewöhnlich entspringt er aus dem Anfangsstück eines grossen Protoplasmafortsatzes, wendet sich nach innen hinten, einen nach innen concaven Bogen beschreibend, giebt eine, zwei oder mehr Collateralen ab, die sich theils in der Substantia gelatinosa, theils in der Substantia reticularis grisea verzweigen, und setzt sich endlich, nachdem er die Raphe vorzugsweise in ihrem hinteren Theil in verschiedenen Höhen durchkreuzt hat, in eine longitudinal aufsteigende Faser des Lemniscus internus der anderen Seite fort. Gewöhnlich repräsentirt diese Fortsetzung nicht eine blosse Biegung (Inflexion) des Axencylinderfortsatzes, sondern vielmehr eine Bifurkation in einen auf- und absteigenden Ast.

Andere Axencylinderfortsätze desselben Zellentypus kreuzen nicht die Mittellinie, sondern, am hinteren Rande der Substantia reticularis grisea angelangt, biegen sie um und bilden in der Nähe des Facialisknies eine verticale sensible Bahn (Fig. 3, *p*).

Die centrale Bahn des Trigeminus, sowohl die directe wie die gekreuzte, befindet sich an einer besonderen Stelle der weissen Substanz

Fig. 3.



Querschnitt durch den Bulbus einer Maus in der Höhe des Deiters'schen Kerns und des Corpus trapezoides.

Bei *L* die Riesenzellen der Substantia gelatinosa des Trigeminus und die Bahn ihrer Axencylinderfortsätze; viele derselben bilden bei *P* eine verticale Bahn, andere kreuzen die Raphe; *A*, Fasciculus longitudinalis posterior; *B*, Facialisknie; *C*, sensible, absteigende Wurzel des Trigeminus; *F*, Corpus trapezoides; *J*, Deiters'scher Kern; *E*, Pyramiden.

des Bulbus, nach aussen und hinten von der Substantia reticularis grisea, die centrale Bahn des Vagus und Glossopharyngeus berührend. Gleich-

wohl können die Zellen der Substantia gelatinosa ihre Axencylinderfortsätze nach anderen Regionen des Bulbus aussenden. So sahen wir aus dem vorderen Theil der genannten Substanz Axencylinderfortsätze heraustreten, welche sich im vorderen seitlichen Theil der Substantia reticularis alba, nach hinten vom Facialiskern in einen auf- und einen absteigenden Ast theilten; in ihrem transversalen Verlauf sandten dieselben Collateralen nach der Substantia reticularis grisea. In anderen Fällen kreuzten sie die Raphe und nahmen in verschiedenen Ebenen der Substantia reticularis alba eine verticale Richtung an.

Nicht selten sieht man auch Axencylinderfortsätze, welche sich in zwei Aeste theilen: der eine tritt in die centrale sensible Bahn derselben Seite ein, der andere hilft nach Kreuzung der Raphe die sensible Bahn der entgegengesetzten Seite bilden, indem er einen auf- und einen absteigenden Ast erzeugt. Zuweilen ist der erstere der stärkere, öfter ist jedoch das Umgekehrte der Fall.

Schliesslich, welches auch immer die Lage der Ursprungszellen der Axencylinderfortsätze sein mag, senden letztere sowohl in ihrem transversalen wie longitudinalen Verlauf Collateralen in die Substantia reticularis grisea und alba; einige derselben vertheilen sich auch unter die motorischen Kerne, besonders des Facialis und des Vagus.

Motorische Wurzel (Nervus masticatorius). Wie bekannt, besitzt dieselbe zwei Ursprungskerne: den Hauptkern, noyau masticateur gewisser Autoren, in der Brücke, nach innen und hinten von der Substantia gelatinosa gelegen, und einen accessorischen oder verlängerten; letzterer liegt höher und wird gebildet durch einen linearen Herd sphärischer Zellen, welche sich, nach innen vom Bindearm (Pedunculus cerebelli sup.) bis zur Seite der den Aquaeductus Sylvii umgebenden grauen Substanz verfolgen lassen. Diese Zellenschicht nebst den in gleicher Richtung verlaufenden starken Nervenfasern wird auch mit den Namen „absteigende Wurzel“ des Trigeminus oder „kleine“ oder „cerebrale Wurzel“ des Nerv. masticatorius bezeichnet.

Accessorischer Kern oder absteigende Wurzel. Die Zellen, welche diesen Kern bilden, nehmen in morphologischer Beziehung eine Ausnahmestellung ein. Statt sternförmig erscheinen dieselben blasig, wie schon Meynert[8]) zeigte, der sie wegen ihrer eigenthümlichen Beschaffen-

heit mit den Zellen der sympathischen Ganglien verglich. Golgi[9]), der sie mittelst der Zerfaserungsmethode studirt hat, bezeichnet sie als unipolar und betrachtet sie als Ursprungsherd einiger Fasern des Trochlearis — ein Irrthum, den Lugaro[10]) und Kölliker berichtigt haben. Kölliker[11]), der sie mittelst der Silberimprägnirung nicht darzustellen vermochte, hält sie nach den mit den gewöhnlichen Methoden gewonnenen Resultaten für multipolar. Lugaro hat in zwei neueren Arbeiten an Kaninchenembryonen die Unipolarität bestätigt mit der Hinzufügung, dass sie manchmal einige rudimentäre Protoplasmafortsätze aussenden und dass der Axencylinderfortsatz in seinem Verlauf Collateralen abgiebt, von denen einige in den motorischen Hauptkern (noyau masticateur) eintreten.

Unsere eigenen Untersuchungen bestätigen vollauf die Beschreibung Lugaro's. Beim neugeborenen oder wenige Tage alten Kaninchen ebenso bei zwei bis vier Tage alten Ratten und Mäusen erschienen die Zellen voluminös, sphärisch oder birnenförmig und mit kurzen und dicht aneinander stehenden Dornen besetzt; sie bilden eine Columne, welche, von den Vierhügeln herabsteigend, den Pedunculus cerebelli superior schräg durchkreuzt und je näher dem Hauptkerne, desto mehr an Umfang zunimmt. Was die Zahl der Protoplasmafortsätze anlangt, so schien dieselbe je nach dem Grade der Entwicklung der Zellen zu variiren. Während bei einem Kaninchen von acht Tagen sämmtliche Zellen frei von Protoplasmafortsätzen waren, boten bei einem Foetus fast alle Zellkörper, wie Lugaro nachgewiesen hat, einen oder zwei wenig oder gar nicht verzweigte Appendices von mässiger Länge.

Noch zuverlässiger ist eine vergleichende Untersuchung der hier in Rede stehenden Elemente bei Mäuseembryonen und Mäusen von drei bis vier Tagen. Bei ersteren ist der Zellkörper sphärisch, oval und sogar birnenförmig und aus seinen Conturen sprossen constant ramificirte Protoplasmafortsätze von geringer Länge und gewöhnlich in dem Bereich der Zellencolumne selbst endigend, während man bei letzteren kaum Zellen mit solchen Fortsätzen antrifft, die bei 8—15 Tage alten Mäusen ganz fehlen. Wir folgern daraus mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass beim ausgewachsenen Thier alle oder die meisten Zellen des genannten Kerns die Protoplasmafortsätze entbehren, indem sich die Fläche für die

Aufnahme der Nervenströme auf den Zellkörper beschränkt, der immer mit unzähligen Dornen besetzt erscheint (Fig. 4, *I*, *J*).*)

*) Vom Standpunkt der Theorie der dynamischen Polarisation der Neurone bietet das Fehlen von Protoplasmafortsätzen keine Schwierigkeit, wie ganz kürzlich van Gehuchten (De l'origine du pathétique et de la racine supérieure du trijumeau, 1895, Bulletin de l'Acad. royal. de Belgique, Nr. 3, März) in Erwiderung auf eine Kritik Golgi's bemerkt hat. Es giebt in der That eine grosse Zahl von Zellen, deren Körper Nervenendarborisationen aufnimmt, was beweist, dass letzterer auch zur Aufnahme der Nervenströme dient. Wir erwähnen: die Zellen des Trapezkerns, deren abgerundeter Körper sich mit den Endkelchen in Contact setzt; die Zellkörper der Purkinje'schen Zellen, deren Beziehung zu den Endkörben Kölliker's ich nachgewiesen habe; die Spongioblasten der Retina, welche mit centrifugalen Fasern in Contact treten u. s. w. Was die interessante Thatsache der Resorption der Protoplasmafortsätze während der Entwicklungsepoche anlangt, so steht sie keineswegs vereinzelt da. Ich habe dieses Phänomen auch für einige andere Zellen nachgewiesen. Jede Nervenzelle treibt am Ende der Phase der Neuroblasten (His) zuerst kurze Protoplasmafortsätze, die nach allen Richtungen ziehen, später aber, während die, die Verbindungen mit den Nervenverzweigungen unterhaltenden Fortsätze in der Entwicklung fortfahren, zögern die andern nicht, zu atrophiren und zu verschwinden. Dies kommt vor bei den Purkinje'schen Zellen des Kleinhirns, den Ganglienzellen der Retina u. s. w. während der Epoche des Auftretens der Protoplasmafortsätze; Fortsätze, welche für die Etablirung von Verbindungen nicht nothwendig sind, werden vollständig resorbirt. — Bei den Zellen des absteigenden motorischen Kerns des Trigeminus betrifft die Resorption alle Protoplasmafortsätze. Bedeutet dieses Phänomen eine Erinnerung an die Phylogenie, eine Wiederholung einer früheren Phase, die ursprüngliche Existenz der Protoplasmafortsätze in dem Kern der absteigenden Wurzel? Wir glauben es nicht, obgleich die Untersuchungen van Gehuchten's, welcher Protoplasmafortsätze an den entsprechenden Zellen von Fischen gefunden hat, diese Ansicht zu stützen scheinen. Erinnern wir uns, dass die Mehrzahl der Nervenzellen der wirbellosen Thiere monopolar sind und dass, selbst bei den niederen Vertebraten (Fischen, Batrachiern), der monopolare Typus vorherrscht.

Ich neige zu der Annahme, dass es sich um ein Phänomen blinden Wachsthums, um die Aussendung von Protoplasmaprojectionen nach allen Richtungen handelt, Projectionen, welche nicht zögern, sich zu reguliren (theils durch Wachsthum, theils durch Reduction von Fortsätzen), im Moment, wo in der Umgebung der Zelle oder in einiger Entfernung von ihr Nervenästchen, von anderen Zellen kommend, auftreten. Diese Nervenästchen dürften auf die Protoplasmafortsätze einen Einfluss ausüben, vielleicht indem sie dieselben mit Hülfe chemischer Substanzen attrahiren, und Form, Zahl und Länge der genannten Fortsätze bestimmen. Was mich auf diese Idee gebracht hat, das ist die Art der Entwicklung der Protoplamaarborisation der Purkinje'-

Fig. 3a.

Monopolare Zellen des accessorischen Kerns oder der absteigenden Wurzel des Trigeminus. — 10 Tage alte Maus.

Obere oder kleine Zellen; *B*, untere, grosse Zellen; *a*, feine, im accessorischen Kern vertheilte Collateralen; *b*, grobe Collateralen, im Hauptkern einen sehr reichen Plexus bildend.

Die Axencylinderfortsätze der genannten Zellen sind an ihrem Ursprung dick und bilden, allmählich dünner werdend, ein krummlinig verlaufendes Bündel, das an Umfang zunimmt, je näher es dem Hauptkerne kommt. Vor dem Eintritt in diesen nehmen die Fortsätze jedoch eine plexusartige Anordnung an, wobei sie sich zwischen Gruppen sphärischer Zellen vertheilen, und jetzt endlich vermischen sich die Bündel der absteigenden motorischen Wurzel mit dem Hauptkern.

In ihrem Verlauf senden die Axencylinderfortsätze eine oder zwei dünne, kurze, verzweigte Collateralen zwischen die birnförmigen Zellkörper der absteigenden Wurzel; indess die meisten Collateralen entspringen, wie Lugaro gezeigt hat, auf der Strecke zwischen jenen und dem Hauptkern, mit welchem sie in innige Beziehung treten (*e*). An unseren von Mäusefoeten und neugeborenen Mäusen gemachten Präparaten

schen Zellen. Die geregelten, in einer abgeplatteten Arborisation angeordneten Protoplasmafortsätze erscheinen erst nach dem Auftreten der Parallelfibrillen, und ihre Zahl und Ausdehnung bewahrt einen engen Zusammenhang mit der Menge der letzteren, sowie mit der Dicke der durch diese formirten Schicht.

Fig. 4.

Frontalschnitt durch die Brücke eines vor dem Partus befindlichen Mäusefoetus.

A, motorischer Hauptkern des Trigeminus; *B*, motorische Wurzel; *C*, untere Portion der Zellencolumne der sogenannten absteigenden Wurzel; *D*, obere Portion derselben in der Nähe des IV. Ventrikels, *E*; *F*, sensible Wurzel des Trigeminus; *G*, Pedunculus cerebelli superior (Bindearm); *H*, absteigendes Bündel desselben; *I*, Corpus restiforme (Pedunculus cerebelli inferior); *a*, Zellen des motor. Hauptkerns; *b*, sensible Collateralen nach der Substantia gelatinosa des Trigeminus; *c*, sensible Faser zweiter Ordnung; *d*, sensible Collateralen, welche in den Hauptkern einzutreten scheinen; *f*, feine Collateralen der Fasern des accessorischen Kerns; *i*, birnenförmige Zelle; *j*, Zelle ohne Protoplasmafortsätze; *e*, starke Bifurkationszweige der Fasern der abtseigenden Wurzel, welche sich im Innern des Hauptkerns verzweigen.

erscheinen sie vorzüglich imprägnirt, was uns veranlasste, sie genauer zu studiren. Das Resultat ist, dass der zwischen den Zellen des Hauptkerns gelegene, äusserst dichte Faserplexus fast ausschliesslich von Endverzweigungen der genannten Collateralen gebildet wird. Der grössere Theil der starken Axencylinderfortsätze der absteigenden Wurzel liefert dem erwähnten Plexus zwei bis vier kräftige, wiederholt verzweigte Collateralen. Andere, ebenfalls starke Axencylinderfortsätze theilen sich vor dem Eintritt in den Hauptkern in zwei fast gleich grosse Aeste, von denen der eine sich im Kern selbst verzweigt, der andere, sich ausserhalb des letzteren haltend, mit der motorischen Wurzel weiterzieht.

In keinem Falle verlassen die genannten Collateralen und Bifurkationszweige das Territorium des Hauptkerns, noch weniger wenden sie sich nach der Raphe, um die motorische Kreuzung zu bilden, von der einige Autoren geschrieben haben.

Nach unserem Dafürhalten ist diese interessante Anordnung der motorischen Collateralen fast einzig in ihrer Art; in den Wurzeln des Facialis, des Hypoglossus und des Oculomotorius sahen wir sie niemals und bei den vorderen Wurzeln der Medulla spinalis ist sie sehr selten. Für die Erklärung der Rolle, welche die Collateralen bei der Leitung des Nervenstroms spielen, ist sie von grosser Wichtigkeit. Könnte man die absolute zeitliche Coincidenz der Bewegungen der Kaumuskeln nicht erklären durch die Annahme, dass die vom accessorischen Kerne aufgenommene Willenserregung sich vermittelst dieser Collateralen auf die Nervenzellen jenes wie des Hauptkerns überträgt? Dieses und andere Beispiele führen zu der Vermuthung, dass die Collateralen der motorischen Wurzeln und vielleicht diejenigen eines jeden Axencylinderfortsatzes die Aufgabe haben, die von einer einzelnen Zelle oder von einer kleinen Zahl von Zellen aufgenommene Erregung unter sämmtliche Zellen desselben Kerns oder in einer Gruppe von gleichbeschaffenen, aber in verschiedenen Regionen der grauen Substanz befindlichen Zellelementen zu vertheilen. Demzufolge würde die von einer Zelle ausgehende, anfänglich schwache nervöse Erregung im Verhältniss zur Zahl der einzuschaltenden Neurone wachsen und ihre grösste Wirksamkeit bei dem Beginn oder dem Austritt der motorischen Wurzel erreichen. Wenn der Reiz der willkürlichen Erregung sich ausschliesslich auf einen Muskel

oder eine Gruppe von Muskelbündeln übertragen soll, dann sind die Collateralen der motorischen Wurzeln entweder nur mässig entwickelt oder fehlen ganz. Dies trifft zu bei den Kernen des Hypoglossus und des Oculomotorius. In diesen Fällen wird die Zahl der mit dem motorischen Impuls associirten Zellen abhängen von der Menge der von dem motorischen Herd aufgenommenen Fasern der Pyramidenbahn oder vielleicht von der Ausbreitung der Endverzweigungen der letzteren.

Motorischer Hauptkern. Seine Zellen, die wir öfter bei neugeborenen Mäusen und bei Kaninchen- und Mäusefoeten fanden, zeigten sich immer, in der von Lugaro beschriebenen Weise, sternförmig und mit langen, dornenartigen, dichotomisch verzweigten Protoplasmafortsätzen behaftet. Die Axencylinderfortsätze ziehen fast geradlinig nach unten, verbinden sich mit denen der absteigenden motorischen Wurzel und treten, nahe der sensiblen Wurzel, aus der Brücke heraus. In ihrem Verlauf zweigen sie keine Collateralen ab — zum Unterschied von den Axencylindern des accessorischen Kerns oder der absteigenden motorischen Wurzel (Fig. 5, *B*, *C*).

Zum Schluss fügen wir hinzu, dass alle unsere Bemühungen, eine Verbindung der Pyramidenbahn mit dem motorischen Hauptkern nachzuweisen, vergeblich gewesen sind. Dagegen sahen wir in diesen Collateralen der centralen sensiblen Bahn des Trigeminus eintreten, ebenso Collateralen von „durchtretenden Nervenfasern", die aus Zellen der Substantia gelatinosa stammend, zur Raphe zogen, um sich in die sensible Bahn der entgegengesetzten Seite zu begeben.

Kreuzung zwischen den motorischen Wurzeln sahen wir nie, obgleich wir sie mit grosser Aufmerksamkeit an Präparaten, an denen alle Fasern der genannten motorischen Gebiete vorzüglich imprägnirt waren, gesucht haben.

II.

UEBER EIN DEM BINDEARM (PEDUNCULUS CEREBELLI SUPERIOR) ENTSTAMMENDES BULBÄRES BÜNDEL.

Es wird allgemein angenommen, dass der Bindearm im Corpus dentatum entspringt und, sich erst nach vorn, bald aber nach innen wendend,

sich mit dem der anderen Seite hinter den Vierhügeln kreuzt, um, wenigstens theilweise, in den rothen Kern Stilling's einzumünden. Einige Forscher, wie Forel,[12]) Gudden,[13]) Veyas[14]) und kürzlich Mahaim[15]) behaupten auch, auf Grund der Ergebnisse der Methoden der secundären Degeneration, dass wenigstens ein Theil der Fasern des Bindearms im rothen Kerne seinen Ursprung nimmt. Schliesslich hat Marchi[16]) auf Grund seiner Färbungsmethode die Existenz einer dritten, in der Kleinhirnrinde entspringenden Faserbahn nachgewiesen. Letztere Beobachtung haben wir in einer kürzlich mit der Marchi'schen Methode ausgeführten Untersuchung bestätigt[17]) und nachgewiesen, dass diese corticalen Fasern nichts anderes als die Axencylinderfortsätze Purkinje'scher Zellen sind.

Es liegt nicht in unserer Absicht, hier alle die verschiedenen, auf den einzelnen Untersuchungsmethoden beruhenden Ansichten der modernen Neurologen zu besprechen; wir beschränken uns darauf, diejenigen Thatsachen ganz summarisch wiederzugeben, welche wir wegen der Constanz und Deutlichkeit, mit der sie sich uns gezeigt haben, als feststehend erachten müssen.

Eine derselben ist der Austritt eines Theiles der Bindearmfasern aus dem Corpus dentatum.*) Bei Mäusefoeten und neugeborenen Mäusen beobachteten wir diesen so deutlich, dass kein Zweifel darüber bestehen kann. Wie aus Fig. 5, *G*, ersichtlich, sind die Zellen des Corpus dentatum gross, dreieckig oder sternförmig und erscheinen mit langen, höckrigen Protoplasmafortsätzen versehen. Aus einem der letzteren oder aus dem Zellkörper sprosst ein dicker Axencylinderfortsatz, welcher eine oder zwei im Innern des Corpus dentatum reichlich verzweigte Collateralen abgiebt und direct in den Bindearm eintritt. In einzelnen Fällen von Mäusefoeten ist es uns gelungen, den Axencylinderfortsatz bis ausserhalb des Kleinhirns zu verfolgen, an Längsschnitten sowohl wie an Querschnitten. Nicht alle Fasern des Bindearms kommen aus dem Corpus dentatum; einige haben andere Ursprünge, vielleicht die Kleinhirnrinde,

*) Held nimmt diesen Ursprung des Pedunculus cerebelli superior ebenfalls an, doch giebt er weder irgendwelche Details noch Figuren, aus denen man schliessen könnte, dass er denselben positiv nachgewiesen hat. Siehe: Beiträge zur feineren Anatomie des Kleinhirns und des Hirnstammes. (Arch. f. Anat. u. Physiol. Anatom. Abtheil. 1893.)

Fig. 5.

Frontalschnitt durch Cerebellum und Brücke eines Mäusefoetus.

A, sensible Wurzel des Trigeminus; *B*, motorische Wurzel; *C*, motorischer Hauptkern des Trigeminus; *D*, Vereinigung der aufsteigenden Aeste der sensiblen Wurzel; *E*, absteigendes Kleinhirnbündel; *F*, Bindearm; *G*, Corpus dentatum; *a*, Bifurkation der sensiblen Fasern des Trigeminus; *b*, Endigungen der aufsteigenden sensiblen Aeste; *c*, im Geflecht des genannten absteigenden Kleinhirnbündel gelegene Zellen; *e*, Zelle des motorischen Hauptkerns des Trigeminus; *g*, Fasern der lateralen sensiblen centralen Bahn des Trigeminus und Glossopharyngeus, welche an diesen Kern Collateralen abgeben.

wie wir oben sagten. Jedenfalls treten die dicken Fasern, welche der Bindearm führt, sämmtlich aus dem Corpus dentatum derselben Seite hervor.

Die zweite Thatsache, auf welche wir die Aufmerksamkeit lenken müssen, beobachtet man deutlich an sagittalen und lateralen Schnitten. Im Moment, wo die Bindearmfasern aus dem Kleinhirn heraustreten und kaum angelangt an der oberen und seitlichen Fläche der Brücke, senden viele von ihnen fast im gleichen Niveau und im rechten Winkel eine starke absteigende Collaterale aus. Oft handelt es sich um eine Bifurkation in zwei gleiche Aeste, einen auf- und einen absteigenden, von denen zuweilen ersterer der feinere ist und letzterer alsdann die Fortsetzung des Anfangsstücks repräsentirt. In manchen Fällen endlich unterlässt es die aus dem Kleinhirn ausgetretene Faser sich zu theilen oder eine Collaterale abzugeben und zieht im Bogen nach vorn, um den Bindearm bilden zu helfen (Fig. 1, *D*, und Fig. 5, *E*).

Zufolge dieser Theilung bleibt der Bindearm in zwei Bündel gespalten, ein aufsteigendes, stärkeres, welches den Pedunculus cerebelli superior der Autoren repräsentirt, und ein unteres, absteigendes, etwas schwächeres, welches wir von jetzt an absteigende Kleinhirnbahn oder laterales absteigendes Kleinhirnbündel nennen wollen, um es vom Pedunculus inferior, welcher eine hintere absteigende Bahn bildet, zu unterscheiden.

Das absteigende Kleinhirnbündel besteht aus verschiedenen, etwas apart und plexusartig angeordneten, durch einige Zellen voneinander getrennten Bündelchen. In lateralen und sagittalen Schnitten des Bulbus steigen diese Bündelchen längs und unter der absteigenden sensiblen Wurzel des Trigeminus hinab und man bemerkt, dass sie in ihrem Verlauf Collateralen, die sich in den benachbarten Regionen vertheilen, abgeben. An Querschnittserien erkennt man noch besser die fernere Lage des absteigenden Kleinhirnbündels, welches anfangs nach vorn und unten, nach aussen vom motorischen Hauptkern des Trigeminus, nach innen vom oberen Theil der Substantia gelatinosa verläuft. Bald, nachdem es unter jenen getreten, wendet es sich definitiv vertical und bildet ein grosses Paket longitudinaler Fasern in der Substantia reticularis grisea, unmittelbar nach innen von der Substantia gelatinosa des Trigeminus

(Fig. 5, *E*). In seinem queren Verlauf, während es nach aussen vom Trigeminushauptkern zieht, sendet es einige Collateralen aus, welche sich zwischen den Zellen dieses Kerns verzweigen, und weiterhin, bereits dem longitudinalen Verlauf des Bulbus folgend, Collateralen zum Facialiskern, zu den Zellen der Substantia reticularis grisea, vielleicht auch zum Nucleus ambiguus und zum Abducenskern. Den weiteren Verlauf dieses Bündels unterhalb der Olive vermochten wir nicht zu verfolgen, nicht weil seine Fasern sich zu zerstreuen und zu enden schienen, sondern weil die Schnittserien, in denen diese Bahn deutlich imprägnirt war, nicht weiter reichten.

Welcher der von den Autoren beschriebenen Kleinhirnbahnen des Bulbus und der Medulla spinalis entspricht dieses Kleinhirnbündel? Wir neigen nicht dazu, es mit der von Marchi beschriebenen, im vorderen Seitenstrang gelegenen Kleinhirnbahn zu identificiren. Trotzdem glauben wir, dass wenigstens ein Theil der Fasern unseres Bündels irriger Weise bald als Kleinhirnwurzel des Trigeminus (Bechterew), bald als directe sensible Kleinhirnbahn dieses Nervs (Edinger) beschrieben worden ist. Cramer[18]) erwähnt in einer neueren Arbeit (Untersuchung mittelst der Weigert'schen Methode) ein Bündel, welches von der Substantia gelatinosa zum Bindearm ziehen und nach Kreuzung der Medianlinie im Wurm enden soll. Diese Bahn, die hinsichtlich ihrer Lage einem Theil unseres absteigenden Kleinhirnbündels entspricht, würde nach diesem Autor aus Zellen des sensiblen Trigeminuskerns kommen und eine centrale sensible Bahn zweiter Ordnung bilden.

Aus dem Vorstehenden ist ersichtlich, zu wieviel grösseren Irrthümern man mit der Weigert-Pal'schen Methode gelangen kann, und wie nothwendig es ist, die Ergebnisse derselben mit den äusserst werthvollen Resultaten der embryonalen, mit der Golgischen verbundenen Methode zu vergleichen.

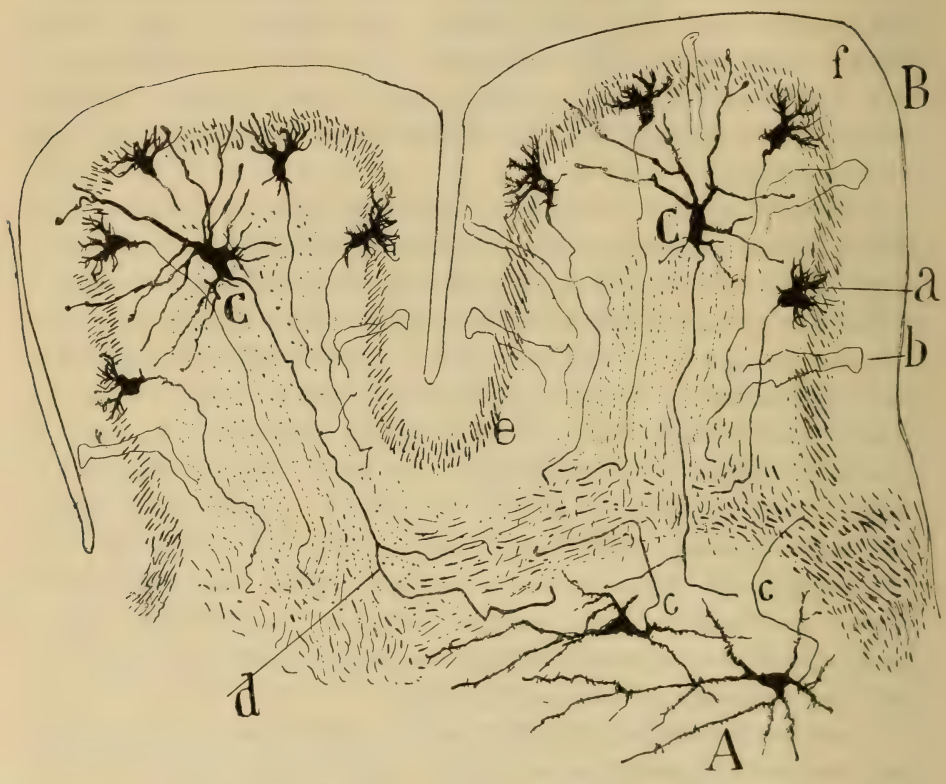
III.

KLEINHIRNRINDE.

Meinen früheren Mittheilungen über die embryonale Kleinhirnrinde muss ich zwei Thatsachen hinzufügen, nämlich: 1. Die Existenz von

Faserschlingen in der moleculären Schicht. 2. Das Vorhandensein von sternförmigen Zellkörpern in der Körnerschicht mit in die weisse Substanz eintretenden Nervenfortsätzen.

Fig. 5a.



Schnitt durch den Mittellappen des Kleinhirns einer neugeborenen Maus.

A, Dachkern mit den grossen Zellen, deren Nervenfortsatz (*c*) zu der darüber gelegenen Kleinhirncommissur zog; *B*, Querschnitt durch die vorderste Kleinhirnlamelle des Mittellappens; *C*, grosse Zellen, in der Körnerschicht und sogar in der weissen Substanz liegend; *a*, embryonale Purkinje'sche Zelle; *b*, Nervenschlingen; d, Nervenfortsatz der grossen Zellen der Körnerschicht; *e*, Parallelfibrillen, quer geschnitten; *f*, Schicht der oberflächlichen Körner.

Die Nervenfaserschlingen. — An Präparaten von Mäusefoeten oder neugeborenen oder einige Tage alten Mäusen beobachteten wir wiederholt feine, aus der weissen Substanz hervortretende Fasern, welche

nach ihrem Eintritt in die Zone der oberflächlichen Körner in dem Bereich der letzteren einen ziemlich grossen Bogen beschreiben und in die weisse Substanz zurückkehren. Diese Bögen bieten in ihrer Lage und Anordnung keine Regelmässigkeit und senden keine Collateralen aus. Wir wissen nicht, welches die Natur dieser Fasern ist, obgleich ihr Aussehen dafür spricht, dass es sich um „durchtretende Nervenfasern" (cilindros-ejes de paso) handelt, deren Ursprung und Ende räthselhaft. Jedenfalls müssen wir feststellen, dass die genannten Fasern beim Kleinhirn des erwachsenen Thieres sich nicht imprägniren.

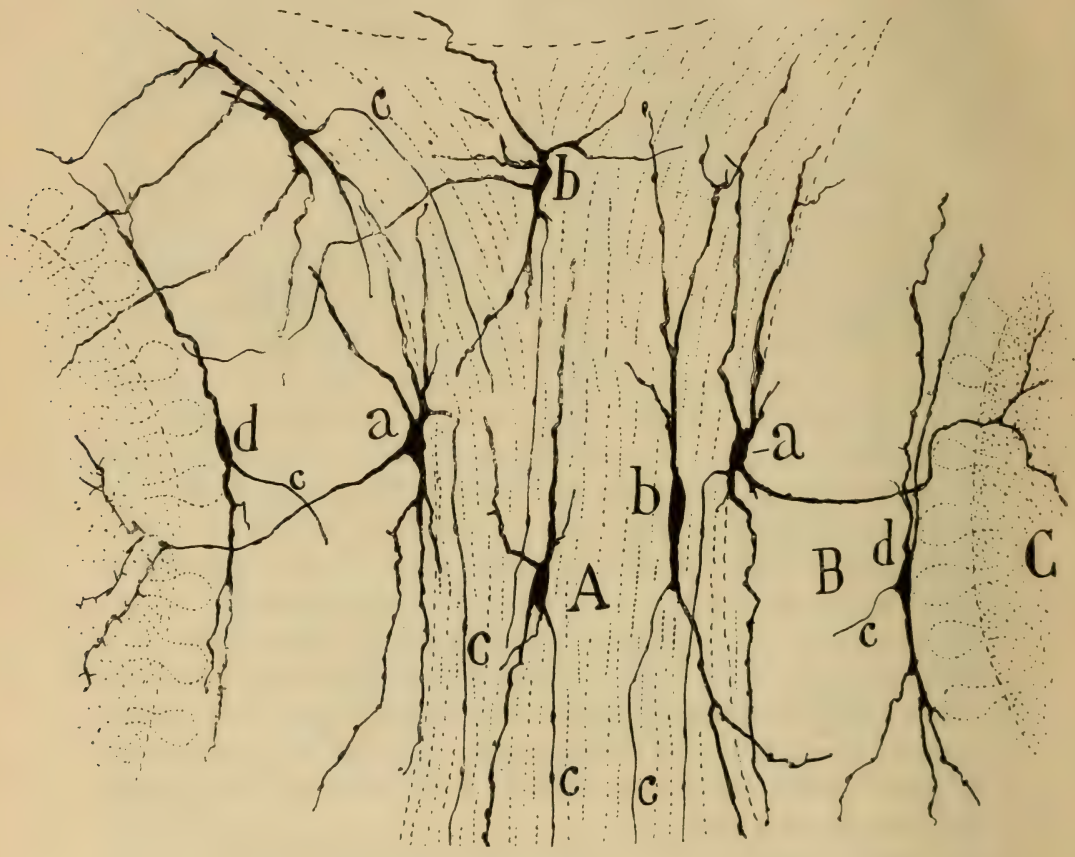
Sternförmige Zellen der Körnerschicht. — Ausser den Golgischen Zellen, welche bei wenigen Tage alten Mäusen noch wenig entwickelt erscheinen, enthält diese Schicht noch andere Zellen von Spindel-, Dreiecks- oder Sternform, grösser als die Purkinje'schen Zellen und mit starken, divergirenden Protoplasmafortsätzen versehen, von denen sich etliche in der moleculären Schicht verzweigen. Falcone hat ebenfalls die Existenz von sternförmigen Zellen in der Körnerschicht erwähnt; der Axencylinder derselben soll zur weissen Substanz verlaufen, auf dem Wege nach der Kleinhirnrinde nur wenige Collateralen abgebend. (Die Rinde des Kleinhirns, Neapel 1893). Indess ist die Figur 7 in der Arbeit dieses Autors, woselbst eine Zelle dieser Art sich aufgezeichnet findet, nicht genügend präcis. Zellen, deren Nervenfortsatz zur weissen Substanz zieht, um nach einem verschieden langen Verlauf in die graue zurückzukehren, finden sich oft zwischen den sogenannten Golgi'schen oder grossen sternförmigen Zellen der Körnerschicht; aus diesem Grunde glaubten wir nicht an das Vorhandensein von Zellen mit Axencylindern in dieser Schicht, bis wir sie mit voller Deutlichkeit im Embryonalhirn der Maus gesehen haben.

Später hatten wir bei der Durchsicht zahlreicher Schnitte des Gehirns einer wenige Tage alten Katze Gelegenheit, diese Zellen in grosser Menge anzutreffen. Dieselben unterschciden sich ebenfalls bezüglich ihrer Lage und Form von den sogenannten Golgi'schen Zellen.

In Rücksicht auf ihre Lage lassen sie sich in zwei Klassen eintheilen: marginale und interstitielle. Die Grenz- oder marginalen Zellen liegen zwischen der weissen Substanz und der Körnerschicht, haben Dreieck- oder Spindelform und richten die Mehrzahl ihrer Fortsätze

parallel zur weissen Substanz; einer oder zwei derselben jedoch verlaufen nach aussen, kreuzen die Körnerschicht und verzweigen sich in der

Fig. 5b.



Querschnitt durch eine Kleinhirnlamelle einer einmonatigen Katze.

A, weisse Substanz; *B*, Körnerschicht; *C*, Molecularschicht; *a*, Randzelle; *b*, interstitielle Zellen der weissen Substanz; *c*, Nervenfortsätze; *d*, horizontale, spindelförmige Zelle, unterhalb der Purkinje'schen Zellen gelegen.

Molecularschicht (*a*). Der Axencylinder tritt in die weisse Substanz ein, ohne Collateralen abzugeben. Die interstitiellen Zellen liegen in dem

ganzen Filz der weissen Substanz und sind spärlich vertreten; sie sind spindelförmig verlängert und ihre polaren Fortsätze folgen dem Verlauf oder der Richtung der Kleinhirnlamelle. Der Axencylinder setzt sich in eine Faser der weissen Substanz fort. In der Körnerschicht existirt vielleicht diese oder jene Zelle derselben Art; in der That sieht man unterhalb der Purkinje'schen Zellen spindelförmige, horizontale Zellen, welche sich von den Golgi'schen nicht bloss durch die Gestalt, sondern auch das Verhalten des Axencylinders unterscheiden; da wir ihn indess nicht bis in die weisse Substanz verfolgen konnten, vermögen wir uns über seine Natur nicht auszusprechen (*d*).

Der Axencylinderfortsatz ist dick, steigt nach der weissen Substanz hinab, ohne gewöhnlich Collateralen abzugeben und spaltet sich, in der Nähe des Corpus dentatum oder (je nach der Lage der Ursprungszelle) über dem Dachkern angelangt, im spitzen Winkel in zwei Aeste, welche sich in der die genannten Kerne begrenzenden Fasermasse verlieren.

Was bedeuten diese Zellen? Sind es besondere Zellen der Körnerschicht, welche sich bisher der Imprägnirung im ausgewachsenen Kleinhirn entzogen haben oder handelt es sich vielleicht um dislocirte Purkinje'sche Zellen, welche in einer tieferen Schicht liegen als ihresgleichen und ausnahmsweise mit ziemlich kräftigen absteigenden Protoplasmafortsätzen versehen sind?

Bevor nicht weitere Untersuchungen die Existenz der erwähnten Elemente im ausgewachsenen oder wenigstens am Ende seiner Entwicklung stehenden Kleinhirn nachgewiesen haben, ist es nicht möglich, diese Fragen in befriedigender Weise zu beantworten.*) Was keinem Zweifel unterliegt, ist, dass diese Zellen sehr rar sind, da wir bis jetzt in Schnittserien einer grossen Anzahl von Kleinhirnen nur vier oder fünf deutlich ausgeprägte gefunden haben. Eine derselben lag in der Axe eines Läppchens, fast inmitten von weisser Substanz, die anderen in der Körnerschicht.

*) Kürzlich sahen wir diese Zellen auch an einigen in unserem Laboratorium von C. Calleja angefertigten Präparaten aus dem Kleinhirn einer wenige Tage alten Katze.

IV.

VORDERES VIERHÜGELPAAR.

Wir beabsichtigen nicht, hier die Rinde des Vierhügels im Detail zu beschreiben; wir gedenken dies in einer späteren Arbeit zu thun, sobald wir genügend Daten gesammelt haben werden, um uns ein Bild von der Grundstruktur desselben machen zu können. Andererseits gewähren uns bis heute unsere an einer grossen Zahl von Säugethieren (Maus, Katze, Hund, Kaninchen, Ratte etc.) angestellten Untersuchungen kaum mehr als die Bestätigung der von Tartuferi,[19]) meinem Bruder[20]) und Held[21]) veröffentlichten, minutiösen und exacten Beschreibungen.

Bis wir unsere Untersuchungen über dieses Thema beendigen, wollen wir hier in Kürze einige neuere Details besprechen, welche sich theils auf die Endigungen der Opticus-Fasern, theils auf die Existenz einiger eigenthümlicher Zellen in der obersten Rindenschicht beziehen.

Opticusfasern. — Abgesehen von den, von meinem Bruder beschriebenen Fasern des superficiellen oder submeningealen Stratums, existirt bekanntlich in dem vorderen Vierhügel eine Zone von anteroposterioren markhaltigen Nervenfasern, welche aus dem Tractus opticus stammen. Diese Zone, von Tartuferi Stratum superficiale album cinereum (bianco-cinereo) genannt, liegt unter der peripheren grauen Rinde und auf der Schicht der querverlaufenden Fasern; in der Nähe der Raphe verdickt sie sich ausserordentlich und lateralwärts wird sie allmählich dünner, indem sie sich in die das Corpus geniculatum internum bedeckende Schicht der Opticusfasern fortsetzt (Fig. 6, *A*).

In ihrem Verlauf nach hinten senden die Fasern der hier in Rede stehenden Schicht Collateralen aus, theils aufsteigende, welche für das darüber liegende graue Stratum (stratum cinereum Tartuferi's) bestimmt sind, theils absteigende, die sich in der centralen grauen Substanz verzweigen. Die Mehrzahl letzterer Collateralen geht aus dem dicken

Bündel von Opticusfasern hervor, welches nahe der Raphe liegt.*) Wir können nicht mit Sicherheit angeben, ob alle diese Collateralen aus von der Retina kommenden Fasern stammen, in Anbetracht dessen, dass im Stratum superficiale album cinereum auch Axencylinderfortsätze anderweitigen Ursprungs verlaufen.

Was die Terminalverzweigung der Opticusfasern anlangt, so ist dieselbe in antero-posterioren Schnitten des vorderen Vierhügels von acht bis zehn Tage alten Kaninchen mittelst der „doppelten Methode“ sehr leicht zu beobachten. Diese Verzweigung erinnert sehr an diejenige beim Lobulus opticus der Vögel. Die Endfaser steigt, sich schlängelnd und oft grosse Knäuel bildend, aufwärts, spaltet sich zuweilen unterwegs und, im mittleren Drittel der grauen Rinde angekommen, löst sie sich in eine mannigfaltige, aufwärts gerichtete Verzweigung (Fig. 6, *c*) von geschwungenen, bis in die Nähe der Zona fibrillaris superficialis reichenden Aesten auf. Die letzten Reiser entspringen gewöhnlich im rechten Winkel und enden mit freien Varicositäten. In dem dichten pericellulären Plexus, welchen jede Opticusfaserverzweigung in dem Filz der grauen Rinde oder der Cappa cinerea Tartuferi's erzeugt, liegen 20 oder mehr Nervenzellen; nicht zu zählen die peripheren Protoplasmafortsätze, welche in dem Stratum superficiale und profundum album cinereum gelegenen Zellen angehören und ebenfalls mit den optischen Verzweigungen in Contactverbindung treten. Bei wenige Tage alten Katzen haben wir beobachtet, dass diese Verzweigungen mehrere Lagen bilden, die allerdings weniger regelmässig erscheinen als die von uns bei Vögeln ent-

*) Seit Abschluss der vorliegenden Arbeit hatten wir Gelegenheit, in noch höherem Maasse, sowohl bei Mäusen als bei Kaninchen und Katzen, diese absteigenden Collateralen zu imprägniren; dieselben sind sehr zahlreich, lang, entspringen aus dem ganzen Gebiet der Opticusfaserschicht, und in die tiefen Schichten, besonders in das Stratum profundum album cinereum (Tartuferi) hinabsteigend, lösen sie sich in ausgedehnte Verzweigungen auf, welche die optische Erregung den grossen Zellen dieses Stratums zuführen. Und da einige der letzteren, besonders die lateral gelegenen, ihre Nervenfortsätze zum Bulbus senden (absteigendes Bündel des vorderen Vierhügels), dürften mittelst der erwähnten Collateralen optisch-musculäre Reflexe zu Stande kommen können, an welchen, wie wir später sehen werden, nicht umsonst das hintere Längsbündel betheiligt wäre. Auch in dem centralen Höhlengrau enden viele absteigende Collateralen.

deckten. Die obere Lage bietet die ausgedehntesten Verzweigungen, welche sich bis über die äussere Hälfte des stratum cinereum erstrecken (Fig. 6, *c*); die mittlere ist weniger ausgeprägt und sendet weniger verbreitete Verzweigungen aus (*b*); die untere scheint dem Filz der Opticusfaserschicht selbst zu entsprechen; in ihr liegen einige unregelmässige,

Fig. 6.

Antero-posteriorer Schnitt durch den vorderen Vierhügel bei einer wenige Tage alten Katze.

A, Schicht der Opticusfasern; *B*, graue oder celluläre oberflächliche Schicht; *a*, Opticusfasern, verzweigt in der tieferen Ebene der Cappa grisea, theils oberhalb der Schicht der Opticusfasern; *b*, weiter nach aussen verzweigte Fasern; *c*, ausserordentlich weit verzweigte Fasern, deren Aestchen fast bis zur Oberfläche des Vierhügels führen.

im Verhältniss zu den vorhergehenden weniger complicirte Endverzweigungen (*a*).

Auf Grund unseres sorgfältigen Studiums dieser Verzweigungen bei verschiedenen Säugethieren glauben wir, dass dieselben die Hauptendverzweigungen der Opticusfasern darstellen. Die Ramificationen der

Fasern des Stratum zonale (fibre periferiche Tartuferi's), welche von meinem Bruder und von Held nachgewiesen worden sind, befinden sich wahrscheinlich nicht in continuirlicher Verbindung mit Opticusfasern, da, während bei Anwendung der Marchi'schen Methode nach Exstirpation des Bulbus oculi der vordere Vierhügel sich färbt, die genannten superficiellen Fasern nicht degeneriren. Vielleicht repräsentiren sie, wie die Nervenfasern der Molecularschicht des Kleinhirns, Endverzweigungen von Axencylinderfortsätzen, die in der Rinde des Vierhügels selbst entstehen. Für einige Fasern wenigstens glauben wir einen solchen Ursprung nicht leugnen zu können.

Auch im hinteren Vierhügel existiren durch aufsteigende Fasern erzeugte freie Verzweigungen. Dieselben sind gleichwohl weniger ausgedehnt und ihre Aeste sind dünner und weniger varicös als die der Opticusfasern.

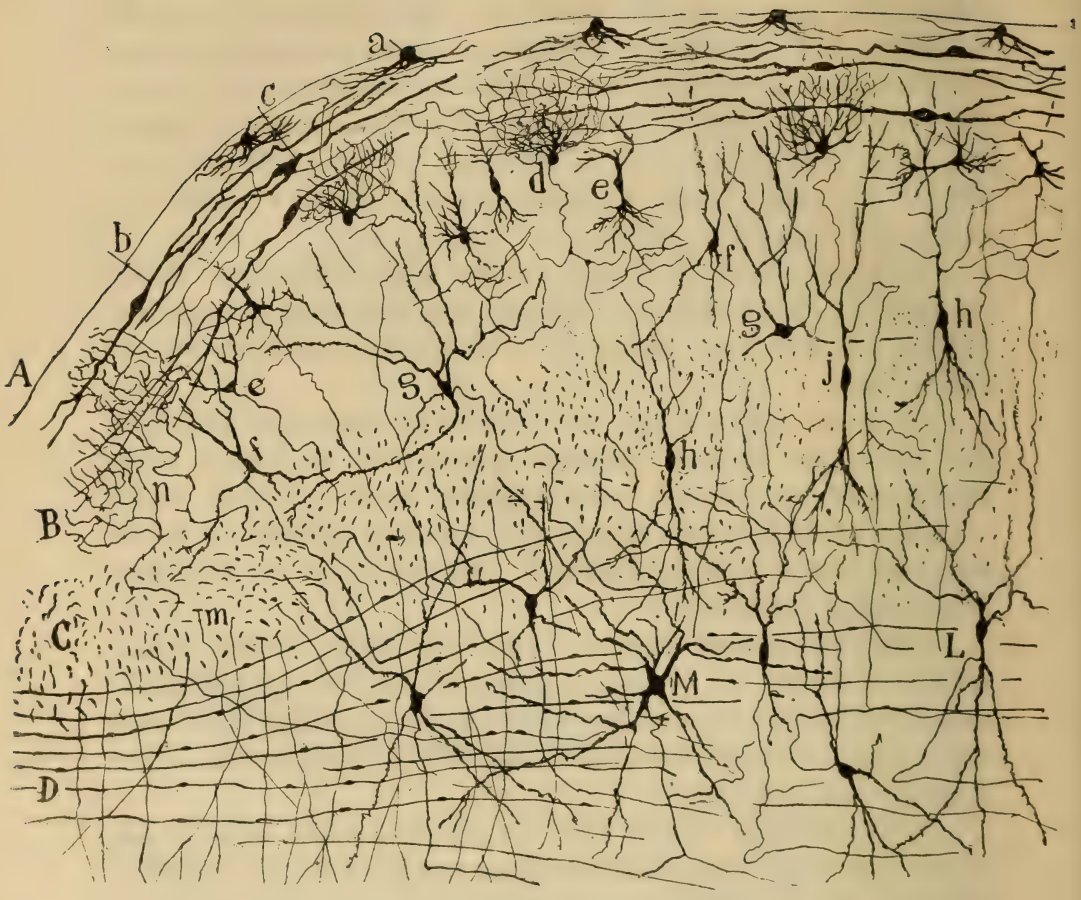
Es ist uns nicht gelungen, den Ursprung der verzweigten aufsteigenden Fasern des hinteren Vierhügels festzustellen; ihr Stumpf führte manchmal bis zur Zone der querverlaufenden Fasern. Handelt es sich vielleicht um aufsteigende Fasern des Lemniscus lateralis, d. h. um acustische Fasern zweiter Ordnung? Gegenwärtig ist es unmöglich, dieses Dunkel aufzuhellen.

Zellen der grauen corticalen Zone oder Cappa cinerea Tartuferi's. — Ausser den kleinen, konischen, stern- oder spindelförmigen Zellen, welche Tartuferi und mein Bruder in diesem Stratum beschrieben haben, fanden wir einige andere Zelltypen, welche vielleicht unbeobachtet geblieben sind. Dieses sind:

a) Randzellen. — Es handelt sich um kleine Zellen, deren Körper ovoide, oder Mitra- oder Dreiecksform hat und inmitten oder unmittelbar unterhalb der oberflächlichen Faserschicht liegt. Von seinem oberen Rande entspringt kein Fortsatz; von seinem unteren dagegen, zuweilen von einem gemeinsamen kurzen Stück, strahlen mehrere höckrige, gezähnte Appendices aus, welche, bald parallel, bald in schräger Richtung zur Faserschicht verlaufend, divergiren (Fig. 7, *a*).

Der Nervenfortsatz ist dünn und schien uns in absteigender Richtung zu verlaufen, indess ist seine Bahn so complicirt, dass wir uns von deren Ziel nicht zu vergewissern vermochten.

Fig. 7.



Querschnitt durch den vorderen Vierhügel eines achttägigen Kaninchens.

A, Oberflächenpunkt an der Linea mediana; *B*, oberflächliche graue Schicht (cappa cinerea Tartuferi's); *C*, Schicht der Opticusfasern; *D*, Schicht der querverlaufenden Fasern oder Strato blanco-cinereo profundo Tartuferi's; *a*, Randzellen; *b*, horizontale Spindelzellen; *c*, eine Zelle dieser Art mit gut ausgeprägtem Axencylinder; *d*, kleine Zellen mit complicirtem Büschel; *e*, verticale Spindelzellen; *f*, *g*, *h*, verschiedene Zelltypen der grauen Schicht; *j*, *h*, spindelförmige Zelltypen der Opticusschicht; *M*, *L*, Zellen der Querfaserschicht; *m*, absteigende, nach der centralen grauen Substanz ziehende Collaterale; *n*, Endverzweigung einer Opticusfaser.

b) Horizontale, spindelförmige Zellen. — Unter den vorerwähnten Zellen und in einer vom äusseren Drittel der Cappa cinerea wohl unterschiedenen Schicht finden sich gewisse spindelförmige, zuweilen auch dreieckige Zellelemente von mässiger Grösse, parallel zur Oberfläche des Vierhügels gestellt. Die polaren Fortsätze, zwei bis drei, selten mehr an Zahl, verlaufen horizontal, spalten sich ein oder zwei Mal dichotomisch und enden mit freien, höckrigen oder gezähnten Verzweigungen (Fig. 7, *b*).

Der Nervenfortsatz pflegt aus einem Protoplasmafortsatz hervorzutreten, zieht ebenfalls in horizontaler Richtung und löst sich in kurzer Entfernung in eine Anzahl von kleinen Aesten auf, welche sich in dem Filz der ersten Schicht vertheilen. Rücksichtlich des Verhaltens ihres Nervenfortsatzes scheinen diese Zellen dem sensiblen Typus Golgi's zu entsprechen.

Als Varietät der vorstehenden Species darf man vielleicht andere, spindelförmige, etwas längere und mit längeren, glatten, horizontalen Fortsätzen versehene Elemente bezeichnen; so lang sind einige dieser Fortsätze, dass sie sich an einem einzigen Schnitt durch den Vierhügel nicht demonstriren lassen. Diese Aeste enden, nachdem sie sich mehrmals dichotomisch gespalten haben, als freie, glatte Ramificationen mit fast nervenfortsatzähnlichem Aussehen. Den Nervenfortsatz dieser Zellen haben wir jedoch nicht gesehen, weshalb wir uns bezüglich der Deutung derselben eine Reserve auferlegen müssen.

c) Kleine Zellen mit nach aussen gerichteten, mit Büscheln besetzten Protoplasmafortsätzen. — Es sind dies Zellen von dreieckiger, ovoider oder sternförmiger Gestalt, in der Richtung des Radius des Vierhügels etwas verlängert; sie senden, in ihrem oberen Theil, einen bis drei oder noch mehr Protoplasmafortsätze aus, welche unter wiederholter Verzweigung ein äusserst verwickeltes Büschel zarter, gewundener und auffallend nahe dem Zellkörper stehender Endästchen bilden. Bei oberflächlicher Betrachtung könnte man diese Protoplasmafortsätze für Nervenfortsätze halten, wegen der Zartheit und Reinheit der Conturen der von ihnen erzeugten Aeste. Die absteigenden Protoplasmafortsätze sind kurz, kärglich und wenig verzweigt. Der Axencylinder ist äusserst dünn und steigt bis zur Zone der optischen oder antero-posterioren Fasern hinab (Fig. 7, *d*).

Die Zellen, von denen wir sprechen, bilden keine reguläre Schicht; sie scheinen aber trotzdem im mittleren Drittel der grauen corticalen Zone sich zu concentriren.

Parallel verlaufende Nervenfasern. — Unterhalb der Randzone und vermischt mit den horizontalen, spindelförmigen Fasern sieht man sehr lange, derbe, wellenförmige Nervenfasern, welche von Zeit zu Zeit ramificirte Collateralen aussenden.

Die bemerkenswerthe Länge dieser Fasern liess uns ihren Ursprung nicht auffinden; wahrscheinlich handelt es sich um Axencylinderfortsätze einer grossen Zelle der Substantia grisea superficialis.

Die übrigen Elemente der Rinde des vorderen Vierhügels übergehen wir, da unsere hierauf gerichteten Forschungen keine weiteren Resultate gezeitigt haben als die bereits von Tartuferi und meinem Bruder beschriebenen. Gleichwohl reproduciren wir in Fig. 7 die verschiedenen Zelltypen der grauen oder oberflächlichen, mittleren (oder Opticusfaser-), und der weissgrauen (blanco-cinereo), tiefen Schicht.

V.

GANGLION INTERPEDUNCULARE DER SÄUGER.

Das Ganglion interpedunculare ist eine von Gudden entdeckte und von Forel genauer beschriebene graue Masse, in welcher, wie letzterer mittelst der Degenerationsmethode gezeigt hat, das Meynert'sche Bündel, nach Kreuzung seiner Fasern mit denen der anderen Seite, endet. Sämmtliche Anatomen, welche später dieses Ganglion studirten, haben die Behauptung Forel's unter Hinzufügung nur einiger weniger histologischer Details bestätigt.

Da unseres Erachtens die modernen Methoden auf das Studium des Ganglion interpedunculare noch nicht angewendet worden sind, so beschränkt sich das, was wir davon wissen, auf die spärlichen Ergebnisse der Karmin- und Osmiumsäurefärbung.

Forel[22]) z. B. betrachtet dieses Ganglion als gebildet — ausser durch Endfasern des Fasciculus retroflexus — durch die Vereinigung spindelförmiger, kleiner Zellen, die mit gewissen kleinen Granulainseln, ähnlich den Glomeruli des Bulbus olfactorius, vermischt sind. Ganser,[23]) welcher das Ganglion interpedunculare beim Maulwurf studirt hat, giebt zwei Zelltypen an: grosse, sternförmige, protoplasmareiche und kleine, blasige Zellen; letztere sind ohne Protoplasmafortsätze und besitzen ein äusserst dürftiges Protoplasma.

Die so fruchtbare Methode von Golgi ist nur von Edinger[24]) bei Reptilien, von van Gehuchten[25]) und uns[26]) bei Teleostiern angewandt worden. Diese Versuche mit der Dunkelfärbung haben trotz deren Unvollkommenheit gelehrt, dass die Fasern des Meynert'schen Bündels zwischen den Zellen des Ganglion interpedunculare enden, bald pinselförmig (bei den Reptilien, nach Edinger), bald mit freien, transversal gerichteten, mit den von der anderen Seite kommenden Fasern gekreuzten Verzweigungen (bei Teleostiern, nach van Gehuchten).

Die vorliegende, freilich noch nicht abgeschlossene Studie beabsichtigt zu zeigen, was wir selbst bis jetzt mittelst der Methode der Dunkelfärbung beim Ganglion interpedunculare der Säuger, speciell bei acht bis zehn Tage alten Kaninchen, sowie bei neugeborenen Ratten und Mäusen gefunden haben.

Frontalschnitte durch die Gegend des vorderen Vierhügels und der Habenula gestatten uns einen klaren Ueberblick über den Verlauf des Meynert'schen Bündels. Es handelt sich um ein Bündel geradliniger, collateralenfreier Fasern, welches unter der Habenula beginnend, und auf dem Querschnitt Dreiecksform annehmend, compact bis zum Ganglion interpedunculare hinabsteigt. Es enthält derbe Fasern, welche aus dem äusseren Theil der Habenula kommen und feine Fasern, welche aus den kleinen Zellen des Kerns der letzteren stammen.

Was das Ganglion interpedunculare anlangt, so zeigt uns ein anteroposteriorer Schnitt durch die Brücke dasselbe als eine halbmondförmige, graue, unter der ventralen Haubenkreuzung gelegene, den hinteren Rand der Einbuchtung zwischen Corpus mammillare und Brücke begrenzende Masse. Durch das Vorrücken der Fasern der genannten Kreuzung wird

die centrale Partie dieses Ganglions etwas eingeengt und letzteres in einen oberen und unteren Lappen getheilt.

Obgleich die Structur des Ganglion interpedunculare in allen seinen Theilen uns im Wesentlichen gleichartig erschienen ist, bestimmen uns dennoch einige morphologische Verschiedenheiten, die man an den Zellen je nach ihrem Sitz wahrnimmt, eine Trennung in zwei Schichten oder Zonen vorzunehmen: eine oberflächliche oder vordere und eine tiefe oder hintere Schicht.

Die oberflächliche Schicht liegt dem Einschnitt zwischen Brücke und Corpus mammillare am nächsten und bildet daher den vorderen Theil des Ganglions. In ihr finden sich unregelmässige Reihen von grossen Zellen, deren Morphologie ziemlich eigenartig ist.

Die Mehrzahl der Zellen hat einen glatten, ovoiden, spindelförmigen oder dreieckigen Zellkörper; ihre äusserst kräftigen Protoplasmafortsätze sind bis zu vieren vorhanden, wovon fast immer einer oder zwei, zuweilen in grossen Bögen und Curven, nach der Peripherie ziehen (Fig. 8, *b*).

Nach einer ziemlich langen Verlaufsstrecke, während welcher diese Fortsätze mit einigen kurzen, derben, manchmal hirschgeweihähnlich verzweigten Dornen besetzt erscheinen, lösen sie sich bald in ein Büschel stachliger und wirrer Aestchen, bald in zwei oder drei Endzweige auf. Wir fügen noch hinzu, dass die der freien Oberfläche am nächsten liegenden Zellen mehr oder weniger parallel zu derselben verlaufen und oft die Form einer Sförmigen Spindel haben (Fig. 8, *a*).

Der sehr kräftige Axencylinderfortsatz entspringt gewöhnlich aus einem Protoplasmafortsatz, manchmal auch aus einem Ast, der anfangs nach innen gerichtet, sogleich nach der Peripherie zieht; er verläuft in Windungen und steigt, nach Abgabe einer starken Collaterale, die sich umbiegt, um sich in der oberflächlichen Schicht des Ganglions zu verzweigen, in die weisse Substanz der Haube empor. Beim Kaninchen ist es schwer, den ganzen Verlauf des Nervenfortsatzes zu verfolgen; leicht dagegen bei Mäusen, wo man, sowohl in Sagittal- wie in Frontalschnitten, diesen Fortsatz an die Commissur oder ventrale Haubenkreuzung der Haube heranreichen sieht, von wo er sich transversal wendet.

Die tiefe oder hintere Schicht des Ganglions enthält kleinere, meist sternförmige Zellen mit allseitig divergirenden Protoplasmafort-

sätzen. Nach dem Aussehen und dem Verhalten des Nervenfortsatzes lassen sich zwei Typen unterscheiden:

Fig. 8.

Sagittalschnitt durch das Ganglion interpedunculare eines acht Tage alten Kaninchens.

a, horizontal gestellte, oberflächliche Zellen; *b*, verlängerte Zellen; *c*, sternförmige Zellen der tiefen Schicht; *d*, Golgische Zelle; *f*, Endverzweigung einer aus der Brücke stammenden Faser; *g*, Eintrittstelle des Meynert'schen Bündels in das Ganglion.

Grosse Zellen. — Sie entsprechen unzweifelhaft derselben Species, die wir bei der oberflächlichen Schicht beschrieben haben, nur unterscheiden sie sich durch ihre Fortsätze, die, kurz und zottig, nach einem sehr unregelmässigen Verlauf mittelst dichter und auffallend complicirter Büschel enden (Fig. 8, *c*). Der Nervenfortsatz verliert sich ebenfalls in der benachbarten weissen Substanz, nachdem er Collateralen zwischen den umliegenden Zellen vertheilt hat.

Kleine Zellen. — Kleine, sternförmige Zellkörper, deren divergirende Protoplasmafortsätze sehr zart und etwas varicös sind, der Dornen und Endbüschel entbehren. An einigen von ihnen gelang es uns, den Axencylinder zu beobachten, der, wie bei den Golgi'schen Zellen, sich zwischen den Elementen des Ganglions wiederholt theilt und mit einer zarten, varicösen, sehr ausgedehnten Endverzweigung aufhört (Fig. 8, *d*).

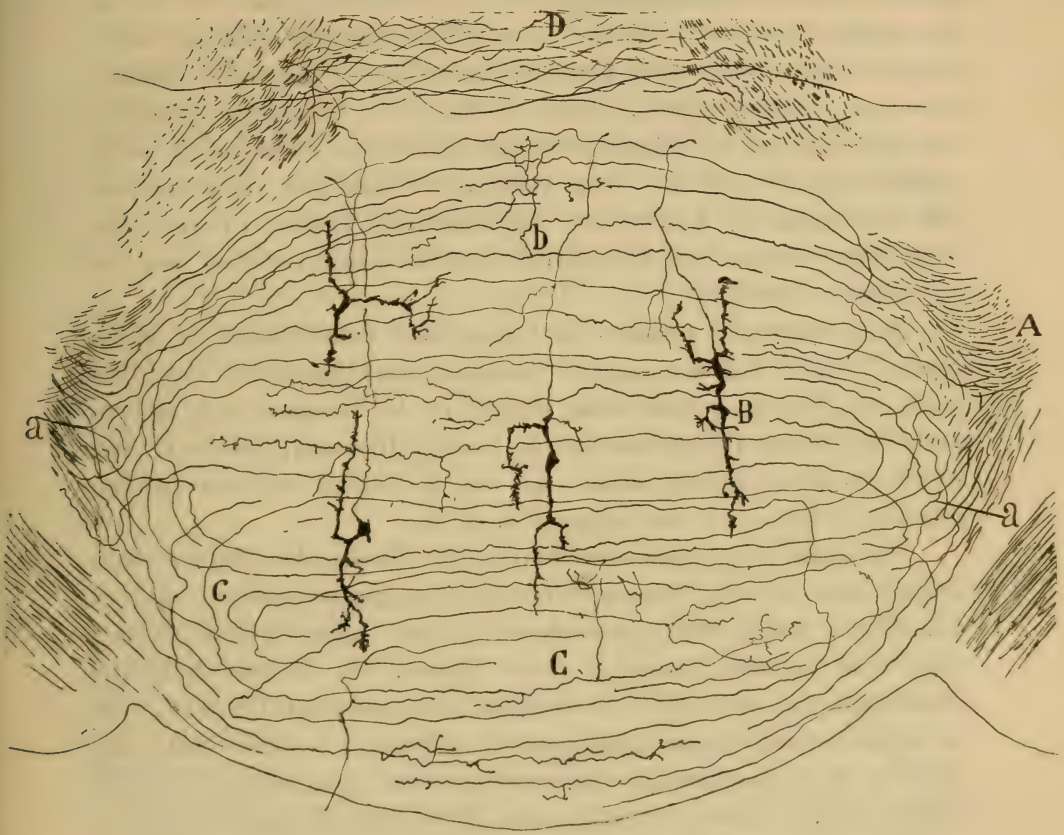
Vergleicht man das Aussehen der grossen und mittelgrossen Zellen auf Transversalschnitten mit demjenigen, das sie auf Sagittalschnitten bieten, so erkennt man, dass dieselben in transversaler Richtung etwas abgeplattet sind, wenngleich diese Abplattung hier nicht so ausgesprochen erscheint wie bei den Purkinje'schen Zellen des Kleinhirns.

Nervenfasern. — Das Meynert'sche Bündel dringt in das Ganglion von oben und vorn ein; seine Fasern, im oberen Theil des Ganglions sagittal, wenden sich bald horizontal, indem sie sich mit denen der anderen Seite kreuzen und im ganzen Bereich des Kerns ein System paralleler, etwas krummliniger Fasern erzeugen, welche der grauen Substanz einen Anblick ähnlich dem der moleculären Schicht der Länge nach geschnittener Kleinhirnlamellen verleihen. Verfolgt man aufmerksam den Lauf einer jeden Faser, so sieht man, dass dieselbe nicht mit einer Endverzweigung auf der anderen Seite aufhört, sondern vielmehr, nach mehr oder weniger horizontaler Kreuzung des Ganglions eine Schlinge mit nach innen gerichteter Concavität bildet. Dieselbe kehrt zum Ausgangspunkt zurück, indess in einer viel weiter nach hinten gelegenen Ebene. Diese wiederholten Krümmungen in transversalen Bögen zeigen sich sehr deutlich in horizontalen Schnitten durch das Ganglion interpedunculare. Ueberdies ist eine solche Anordnung der Fasern schon von Gudden[27]) beim Kaninchen und von Ganser[28]) beim Maulwurf nach-

gewiesen worden, die an den Endfasern des Meynert'schen Bündels Achtertouren beschrieben haben.

Während des ersten Theils ihres intraganglionären Verlaufs senden

Fig. 9.



Frontalschnitt — etwas schräg von vorn nach hinten — bei einer Maus von vier Tagen.

Das Ganglion interpedunculare erscheint gänzlich in der Ebene der Verzweigung der Fasern des Meynert'schen Bündels geschnitten.

A, Ende des Meynert'schen Bündels; *B*, Zelle des Ganglion interpedunculare, von der Seite gesehen; *C*, Endverzweigung einer Faser des Fasciculus retroflexus; *a*, Bifurkation einer dieser Fasern; *b*, Collaterale derselben; *c*, wellenförmige Umbiegungen der Fasern auf der entgegengesetzten Seite; *D*, ventrale Haubenkreuzung.

die Nervenfasern nur wenige Collateralen aus; hingegen an den darauffolgenden Krümmungen sind solche reichlich vorhanden; gewöhnlich entspringen sie im rechten Winkel und ziehen bald nach oben, bald nach unten, um sich massenhaft zwischen den Zellen zu vertheilen. Die Ursprungsstücke schliesslich nehmen immer mehr ein varicöses Aussehen an und, ohne ihre horizontale Richtung zu verlieren, lösen sie sich in eine dürftige, aus zwei oder drei ebenfalls horizontalen oder fast horizontalen Aesten bestehende Endverzweigung auf. Gelegentlich besteht kaum eine Endverzweigung, indem die Faser des Fasciculus retroflexus (wie man dies oft bei Mäusen sieht) mit einer freien Intumescenz endet, nachdem sie hie und da einen kurzen, varicösen Ast abgegeben hat Die Vereinigung der Collateralen und Endzweige erzeugt zwischen den Zellen des Ganglions ein complicirtes Geflecht feiner varicöser und geschwungener Fasern.*)

Im Allgemeinen bewahrt die Faser ihre Individualität in ihrem ganzen Verlauf; trotzdem giebt es besonders beim Kaninchen viele Beispiele von Fasern, welche beim Eintritt in das Ganglion sich spalten, wobei die beiden Bifurkationsäste in gleicher Richtung, jedoch in verschiedenen Frontalflächen ziehen, um sich in ziemlich weit auseinanderliegenden Regionen zu vertheilen (Fig. 9, *a*).

Der ganze intraganglionäre Verlauf der Fasern des Meynert'schen Bündels muss als eine Terminalverzweigung aufgefasst werden, die mit den Zellen, die in ihrem gewundenen Verlauf lagern, sich in Contact setzt. Das varicöse Aussehen dieser Fasern, ihre äusserst zarte Beschaffenheit und der schon von Gudden hervorgehobene Umstand, dass sie während ihres ganzen intraganglionären Verlaufs markfrei sind, sprechen für diese Anschauung. Nach der Art, wie dies in der Molecularschicht des Kleinhirns geschieht, muss die Verbindung zwischen Nerven- und Protoplasmafortsatz hauptsächlich zwischen den beschriebenen Horizontalfasern einerseits und der dornenartigen Contur der grossen Zellen des Ganglions andererseits stattfinden.

*) Diese Collateralen und Endzweige erscheinen wenig entwickelt bei einige Tage alten Mäusen, auf die sich Fig. 9 bezieht. Bei Kaninchen und Katzen von acht Tagen sind diese Verzweigungen viel ausgedehnter und complicirter.

In dem Nucleus interpeduncularis enden noch andere Fasern, gröber und geringer an Zahl als die des Meynert'schen Bündels. Diese Axencylinder, über deren Ursprung wir nichts Genaueres feststellen konnten, steigen mehr oder weniger vertical von der anstossenden Schicht der weissen Substanz herab und lösen sich in eine ausgedehnte und complicirte Endverzweigung auf, deren secundäre, äusserst varicöse Aestchen oft im rechten Winkel entspringen. Jede Endverzweigung, deren Lage übrigens nicht genau abgegrenzt ist, scheint sich mit einer beträchtlichen Gruppe von Nervenzellen in Verbindung zu setzen (Fig. 9, *f*).

Das Ganglion interpedunculare besitzt nach Ganser ein Bündel von Nervenfasern, welches, in diesem grauen Herd selbst entspringend, lateralwärts in die anstossende weisse Substanz eintritt. Wahrscheinlich sind die Fasern dieses Bündels (Haubenbahn des Ganglion interpedunculare Ganser's) nichts anderes als die Axencylinder der weiter oben beschriebenen grossen Zellen.

VI.

BULBÄROLIVE.

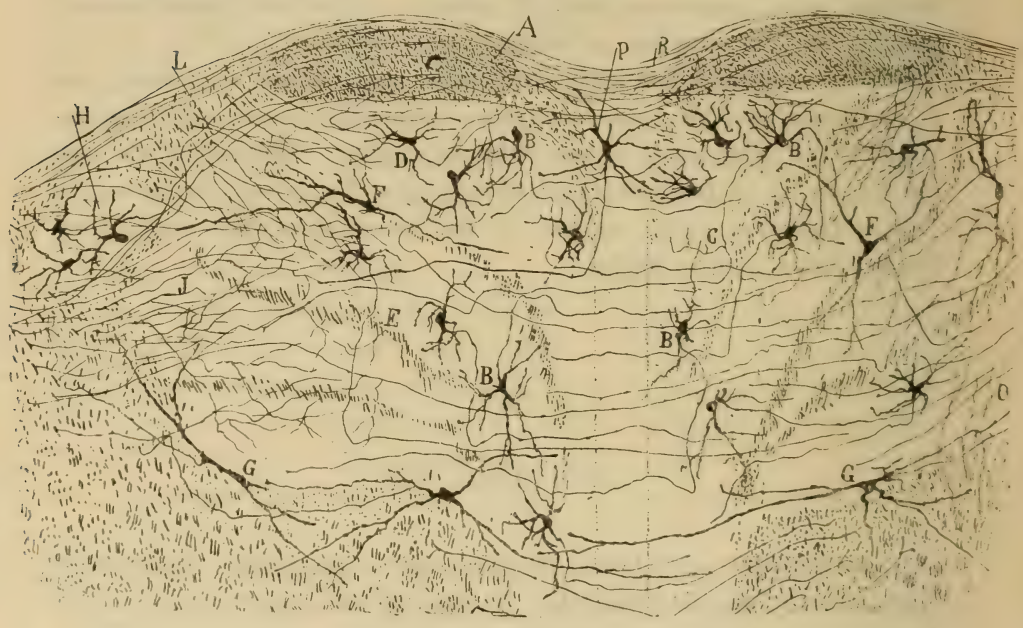
Die Structur der Oliven ist einer der schwierigsten Punkte der Anatomie der Medulla oblongata. In einer neueren Arbeit haben wir die Resultate mitgetheilt, die wir mittelst der Methoden von Marchi und Golgi bei neugeborenen Säugern gewonnen haben und die die Beschreibungen Marchi's, Vincenzi's, Kölliker's und van Gehuchten's bestätigen. Etwas Positives vermochten wir jedoch trotz unserer beharrlichen Studien den Angaben dieser Forscher nicht hinzuzufügen.

Nunmehr sind wir zu dieser Arbeit zurückgekehrt, indem wir uns an die Olive von Mäusefoeten und neugeborenen Mäusen machten, wo wir mittelst sorgfältig angefertigter Imprägnirungen über dieses dunkle Problem Licht zu verbreiten hofften. Der Ausgang hat nur theilweise unsere Bemühungen mit Erfolg gekrönt. Folgendes sind diejenigen Ergebnisse, die uns feststehend erscheinen, und von denen einige nichts

weiter bedeuten als die Bestätigung von in der Wissenschaft schon zu Recht bestehenden Ansichten, deren demonstrative Begründung bisher aber noch ausgeblieben war.

Collateralen der Pyramiden. — Bei der Maus ist die Olive vorn bedeckt durch die Pyramidenbahn, welche, nachdem sie deren vordere

Fig. 10.



Querschnitt durch die Bulbärolive einer neugeborenen Maus.

A, Pyramiden; *B*, Zellen der Olive, deren Axencylinder die Raphe kreuzen; *C*, Collaterale einer dieser Axencylinderfortsätze; *E*, in den Seitenstrang sich fortsetzende Bündel interstitieller Fasern; *F*, grosse interstitielle Zelle, deren Nervenfortsatz in die weisse Substanz verläuft; *G*, grosse marginale Zelle; ihr Nervenfortsatz zieht vertical in die reticuläre Substanz; *J*, Collateralen der lateralen weissen Substanz; *L*, Collateralen der vorderen weissen Substanz.

Begrenzung gebildet hat, nach hinten läuft, um die Kreuzung zu vollziehen. Vom hinteren Theil der Fasern der Pyramidenbahn gehen antero-posteriore Collateralen aus, welche sich zwischen den Zellen der Olive verzweigen und den diese Zellen umgebenden Nervenplexus noch

verwickelter gestalten. Diese Collateralen treten namentlich aus der äusseren Seite der Pyramidenbahn in der Höhe des lateralen Olivenwinkels aus.

Collateralen der benachbarten weissen Substanz. — Sie bilden die überaus grosse Majorität der zwischen den Zellen der Olive verzweigten Collateralfasern und existieren in drei Zügen: 1. Der vordere äussere (antero-externe), der durch den vorderen äusseren Winkel in die Olive eintritt und sich in Bündel mit antero-posteriorer Richtung anordnet, welche sich in der ganzen oder fast der ganzen Olive (Fig. 10 und 13) verzweigen; diese Fasern stammen aus der nach aussen von den Pyramiden gelegenen weissen Substanz (Fig. 10, *L*), die sich wahrscheinlich in den Rest des Seitenstrangs der Medulla fortsetzt. 2. Der laterale, ebenfalls sehr wichtige Zug, stammt aus der nach aussen von der Olive gelegenen weissen Substanz und verhält sich wie der vorige (Fig. 10, *J*). 3. Der hintere Zug, weniger stark entwickelt, aus der Substanz des Lemniscus internus entspringend (*O*). Ausserdem sind noch interstitielle Collateralen vorhanden, welche aus den Faserbündeln des Seitenstrangs stammen und die Olive vertical durchkreuzen (Fig. 10, *E*).

Transversale Fasern der Oliven. — Es giebt deren zwei Arten: durchgehende Fasern (fibras de paso), auch sensible centrale genannt, und Nervenfortsätze der Olivenzellen.

Durchgangsfasern. — Sie finden sich in fast der ganzen Olivenmasse, am reichlichsten jedoch in deren tieferen Hälfte. Die hinteren repräsentiren Nervenfortsätze aus der Kreuzung des Lemniscus internus; dieselben ziehen nach Kreuzung der Raphe mehr oder weniger transversal durch die Oliven, treten in die nach aussen von letzteren gelegene weisse Substanz ein und bilden eine longitudinale Bahn (Fig. 13, *C*).

Die vorderen Durchgangsfasern kommen aus dem vorderen Theil der Substantia gelatinosa des Trigeminus und stellen wahrscheinlich einen Theil der sensiblen centralen Trigeminusbahn dar, die nach aussen von der Olive longitudinal verlaufen dürfte.

Nervenfortsätze der Oliven. — Die Zellen der Oliven sind klein und mit varicösen, vielfach verzweigten und verwickelten Protoplasmafortsätzen versehen; ihr sehr zarter Nervenfortsatz verläuft anfangs in unbestimmter Richtung, bald vertical, bald von vorn nach hinten,

bald schräg, bis er sich transversal wendet und einen der beiden folgenden Wege wählt: entweder kreuzt er die Mittellinie — dies ist das Gewöhnliche — um horizontal die Olive der entgegengesetzten Seite zu passiren und in die weisse Substanz einzutreten; oder er verläuft, ebenfalls transversal, nach aussen, tritt aus der Olive heraus und verliert sich in den Fibrae arciformes anteriores. In seinem gewundenen Anfangsverlauf sendet der Nervenfortsatz fast immer eine oder zwei zwischen den benachbarten Zellen verzweigte Collateralen aus; indess sobald er sich horizontal gewandt hat und besonders während er nach der entgegengesetzten Olive zieht, giebt er nur selten Collateralen ab (Fig. 10, *C*).

Welches ist das definitive Ziel des Nervenfortsatzes der Olivenzellen? Offengestanden vermochten wir ihn im besten Falle über die benachbarte oder ausserhalb der Olive gelegene weisse Substanz nicht zu verfolgen. In Anbetracht jedoch dessen, dass dieser Fortsatz sich den Fibrae arciformes zuzugesellen scheint, die, von gleicher Richtung und gleich zarter Beschaffenheit wie jener, vom Kleinhirn kommen und nach vorn von der sensiblen Trigeminuswurzel verlaufen; dass in den Fällen, wo die Nervenfortsätze der Olivenzellen sich imprägnirten, auch die Fibrae arciformes cerebelli anteriores zum Vorschein kamen; dass schliesslich niemals ein Uebergang eines Olivenzellen-Nervenfortsatzes in eine longitudinale Faser der weissen Substanz, noch in die Fasern des Seitenstrangrestes, den Kölliker für das Endziel der hier in Rede stehenden Fortsätze ansieht, angetroffen wurde, — in Anbetracht alles dessen wird man verstehen, dass wir derjenigen anatomischen Hypothese, welche die Zellen der Olive als Ausgangspunkt eines Theiles der Fasern des Pedunculus cerebelli inferior betrachtet, beistimmen. Es würden demzufolge, wie von Vielen behauptet worden, auf jeder Seite zwei Kleinhirn-Olivenbahnen existiren, eine directe und eine gekreuzte.

Wir leugnen deshalb nicht die Existenz einer anderen Species von Fasern, die mit der Olive in Beziehung stehen, nehmen aber mit Kölliker an, — und unsere Oliven-Präparate von neugeborenen Kaninchen und Katzen haben dies bestätigt — dass diese im Plexus der Olive reichlich verzweigten, derben Fasern vielleicht Nervenfortsätze Purkinje'scher Zellen repräsentiren.

Neben den wegen ihrer multiplen, unter sich selbst ausserordentlich

verwickelten Protoplasmafortsätze typischen Olivenzellen existiren noch andere grössere Zellelemente von dreieckiger, Spindel- oder Sternform und mit wenigen, langen Fortsätzen versehen; dieselben sind besonders zahlreich in der äusseren Contour der Olive; einige der Protoplasmafortsätze erreichen eine solche Länge, dass sie die Raphe kreuzen und eine wahre Commissura protoplasmatica bilden können. Der Nervenfortsatz ist ziemlich dick und wendet sich nach hinten oder seitwärts, wo er sich rechtwinklig in eine Faser der benachbarten weissen Substanz fortsetzt.

VII.

URSPRÜNGE DES VAGUS UND GLOSSOPHARYNGEUS.

Der Vagus und Glossopharyngeus besitzen, wie bekannt, zwei Wurzeln, eine motorische, aus den Zellen des Nucleus ambignus stammende, und eine sensible, beiden gemeinschaftliche (nach His, Kölliker und Edinger).

Die Ursprungskerne der genannten Nerven sind Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen, von denen als die wichtigsten diejenigen Bechterew's,[29]) Dee's,[30]) Obersteiner's,[31]) Edinger's,[32]) Kölliker's,[33]) Held's[34]) und Cramer's[35]) genannt zu werden verdienen. Die Beobachtungen Held's und Kölliker's sind mittelst der Golgi'schen Methode gemacht worden; wir haben sie zum Ausgangspunkt unserer Untersuchungen genommen.

Sensible Wurzel. — In den monopolaren Zellen der Andersch'schen Ganglien, des Ganglion jugulare und petrosum, entspringend, endet sie, nach den Forschungen von Bechterew, Obersteiner und Kölliker, in zwei grauen Herden: dem oberen oder äusseren sensiblen Kern, neben dem des Hypoglossus, in der Höhe des Endes der horizontalen Verlaufsstrecke der Wurzeln gelegen; und dem verticalen Kern, der sich dem Fasciculus solitarius beigesellt und in der Richtung des Bulbus bis weit über die Pyramidenkreuzung hinaus fortsetzt. Im oberen sensiblen Kern dürfte, nach Kölliker und Held, mittelst freier Verzweigungen ein Theil

der sensiblen Wurzelfasern enden; ebenso enden mittelst Collateralen und Terminalzweigen die Fasern des Fasciculus solitarius in der grauen Masse, von der letzterer begleitet wird. An der Eintrittsstelle der sensiblen Fasern in die Medulla findet keine Bifurkation statt, dagegen in dem tiefen Verlauf derselben, nahe ihrer Endverzweigung; die Bifurkationsäste erstrecken sich in gleicher oder annähernd gleicher Richtung.

Die eben gegebene Beschreibung Kölliker's ist im Grunde genommen zutreffend; wir konnten sie an Präparaten von neugeborenen Kaninchen und Mäusen bestätigen. Bei letzteren kreuzen die sensiblen Fasern des Glossopharyngeus und Vagus zuerst die absteigende Trigeminuswurzel, treten fast transversal in die graue Substanz des Bodens des IV. Ventrikels ein und bilden, sich dann nach innen und unten wendend, den Fasciculus solitarius. Es existiren daher bei diesem Thier nicht zwei sensible Endherde, noch zwei für jeden Nerv getrennte Portionen: eine und dieselbe, beiden Nerven gemeinsame Wurzel setzt sich, ohne Faserverlust, in den Fasciculus solitarius fort in der Weise, dass zwischen dem genannten oberen oder Hauptkern und dem unteren oder absteigenden Kern kein anderer Unterschied als der der Lage besteht; ersterer nimmt die Collateralen des höher gelegenen Wurzelstranges auf, während letzterer die der unteren Portion oder des absteigenden Bündels erhält. Eigentliche Bifurkationen haben wir ebenfalls nicht gesehen; wir möchten glauben, dass die sensiblen Wurzeln der genannten Nerven sich dem Gesetze der Dichotomie, das für alle in die Medulla eintretenden Wurzeln gilt, entziehen. Nach unserem Dafürhalten entbehren die Wurzeln des Vagus und Glossopharyngeus eines aufsteigenden Bifurkationsastes; die (höchst selten dichotomische) Endverzweigung, welche die Fasern der genannten Nerven in den grauen Herden des Bulbus erzeugen, kann man nicht als Homologon der classischen Bifurkation der sensiblen Wurzeln bezeichnen, da doch diese Verzweigung weder in der weissen Substanz statt hat, noch zwei Aeste von entgegengesetztem Verlauf erzeugt.

So selten dieses Verhältniss zu Tage tritt, so hat es dennoch seines Gleichen auch bei den spinalen Wurzeln. Wir selbst konnten im Cervicalmark von Hühnerembryonen neben typisch bifurcirten Fasern die eine oder andere beobachten, die, ohne sich im Hinterstrang zu spalten, im Geflecht desselben absteigenden oder aufsteigenden Verlauf annahm.

Fig. 11.

Frontalschnitt durch den Bulbus in der Höhe des Facialiskerns. Maus von einigen Tagen.

A, Gemeinsame sensible Wurzel des Vagus und Glossopharyngeus; *B*, Querschnitt durch die absteigende sensible Wurzel des Trigeminus; *C*, Facialiskern; *D*, oberer Kern des Vagus und Glossopharyngeus; *E*, Riesenzelle der Substantia gelatinosa des Trigeminus; *a*, Collateralen des Seitenstrangrestes zum Facialis; *b*, interstitielle Bündel des letzteren nebst Collateralen; *d*, Collateralen für den Facialis, aus sensiblen Fasern zweiter Ordnung stammend; *f*, Collateralen der Wurzelfasern des Vagus und Glossopharyngeus; *e*, Plexus der Substantia gelatinosa.

Die Fortsetzung der gemeinsamen Wurzel des Vagus und Glossopharyngeus bildet, wie gesagt, den Fasciculus solitarius. Dieses Bündel wird nach innen und hinten von einer Columne grauer Substanz begleitet, in welche es nach Kölliker eine Unzahl fein verzweigter Collateralen aussendet, die, wenigstens bei wenige Tage alten Mäusen, niemals bis zum Hypoglossuskern noch bis zur Substantia gelatinosa des Trigeminus vordringen. Dicht unter dem Ependym nähern sich die Solitärfascikel der Raphe und ihre grauen Terminalmassen vereinigen sich hier in einem Central- oder Mittelganglion, das wir Commissurenkern benennen wollen.

Drei Viertel der Fasern des Fasciculus solitarius enden, indem sie sich kreuzen, in diesem Ganglion. Unter demselben besteht ausserdem ein kleines, bis über die Pyramidenkreuzung hinaus verlängertes Bündel, das anfangs in einer vor dem Kern des Burdach'schen Stranges gelegenen grauen Masse, späterhin, nachdem letzterer verschwunden, im inneren Theil der Basis des Hinterstrangs des Cervicalmarks anzutreffen ist. Während dieses intracervicalen Verlaufs sendet genanntes Bündel vereinzelte Collateralen aus, die sich nach innen zu in einem kleinen, ungenau begrenzten, sehr dicht an der hinteren Commissur gelegenen Herd grauer Substanz verzweigen.

Was den Commissurenkern anlangt, so handelt es sich um einen ovalen, etwas gekrümmten grauen Herd, der sich brückenartig zwischen dem Ependym und den äussersten Fasern der grauen Commissur des Cervicalmarks erstreckt. In den lateralen Enden dieses Ganglions liegen die Fasern des Solitärfascikels; dieselben ziehen strahlenförmig nach innen, kreuzen die Mittellinie und verzweigen sich nach vielfachen Krümmungen mit Vorliebe in der Ganglionhälfte der entgegengesetzten Seite. Zuweilen verdoppelt sich die Endfaser auf dem Zuge zur Commissur und sendet eine oder mehrere Fasern in die auf derselben Seite gelegene Hälfte des Ganglions. Die Endverzweigungen sind ausserordentlich zahlreich und erzeugen zwischen den Zellen des Ganglions einen der dichtesten Plexus, die man im Centralnervensystem sehen kann.

Die Zellen des Commissurenkerns sind klein, spindelförmig, ovoid oder dreieckig; ihre Protoplasmafortsätze zart und fast glatt; sie ziehen zum grossen Theil transversal und einige von ihnen kreuzen die

Raphe. Die Axencylinder sind äusserst zart und bilden Bündelchen, die, nach aussen und vorn ziehend, sich bis zum Lemniscus zu erstrecken und zum Theil mit den anderseitigen zu kreuzen scheinen. Im Allge-

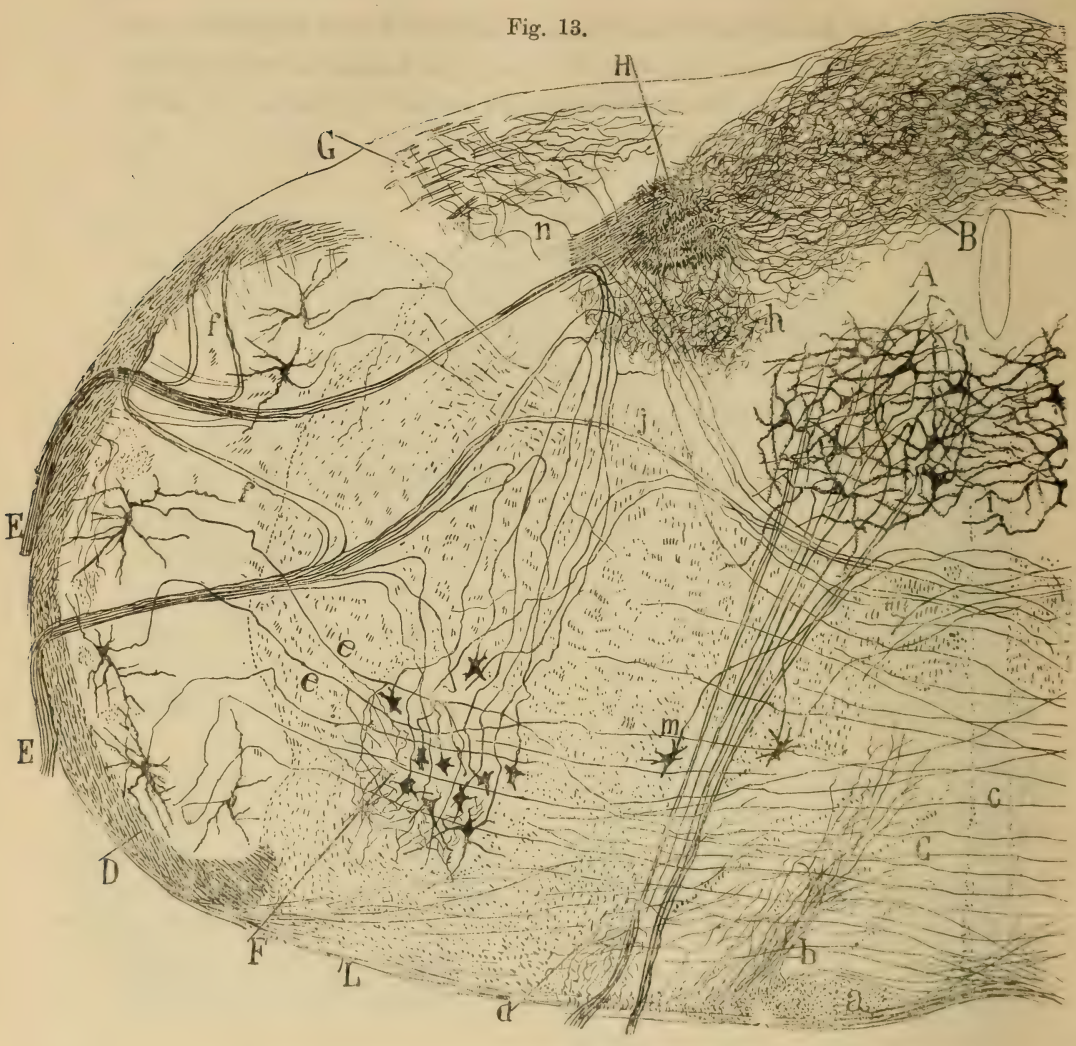
Fig. 12.

Querschnitt durch den Bulbus einer Maus, in der Höhe des Ganglion (Nucleus) commissurale.

A, Commissurenkern; *B*, Kern des Hypoglossus; *C*, Kreuzung des Lemniscus internus; *D*, Querschnitt durch das Solitärfascikel; *a*, Zelle des Commissurenkerns; *b*, *c*, Endfasern des Vagus und Glossopharyngeus; *d*, Commissur von Collateralen der Hypoglossuskerne; *g*, *f*, Collateralen sensibler Fasern zweiter Ordnung für den Hypoglossuskern.

meinen lassen sich nur vereinzelte Fasern bis über die hintere Portion der Substantia reticularis grisea verfolgen, speciell bis zu einer Region,

Fig. 13.



Querschnitt durch den Bulbus einer vier Tage alten Maus.

A, Hypoglossuskern; *B*, Commissurenkern; *C*, Olive; *D*, sensible absteigende Wurzel des Trigeminuskerns; *E*, motorische Wurzeln des Vagus und Glossopharyngeus; *F*, Nucleus ambiguus; *G*, Endportion des absteigenden Vestibulariskerns; *H*, Querschnitt durch den Fasciculus solitarius; *L*, zur Olive ziehende Fasern; *a*, Pyramiden; *b*, Collateralen der Pyramiden und der nach aussen von ihnen gelegenen weissen Substanz; *d*, Collateralen des Seitenstrangrestes; *e*, sensible Collateralen für den Nucleus ambiguus; *f*, Fibrae recurrentes der motorischen Wurzeln, die zur Trigeminuswurzel ziehen; *j*, gekreuzte motorische Wurzelfasern des Vagus und Glossopharyngeus; *h*, Collateralen der sensiblen Wurzel dieser Nerven für den Kern, der den Fasciculus solitarius begleitet.

welche der sensiblen centralen Bahn des Trigeminus entspricht. Wir halten es daher für wahrscheinlich, dass hier die Fasern des Commissurenkerns eine centrale Bahn bilden, die sich an diejenige der sensiblen Portion des Trigeminus unmittelbar anlehnen dürfte.

Wir wiederholen: die gemeinsame sensible Vagus-Glossopharyngeuswurzel endet in zwei distincten grauen Herden: mittelst Collateralästchen im oberen und im absteigenden Kern, die in Wirklichkeit nur einen einzigen bilden; mittelst Endverzweigungen im Commissurenkern. Diese Endverzweigungen kreuzen zum grossen Theil die Mittellinie und bilden eine echte Decussation der erwähnten sensiblen Wurzeln.

Motorische Wurzel. — Die motorische Wurzel des Vagus und Glossopharyngeus geht, wie die Untersuchungen von Bechterew, Obersteiner, Edinger, Kölliker etc. ergeben haben, aus den multipolaren Zellen des Nucleus ambiguus hervor. In unseren Präparaten von Mäusen ziehen die Axencylinderfortsätze dieser Zellen erst nach hinten und vereinigen sich zu krummlinigen Bündeln, welche, in der Nähe des Endherdes der sensiblen Wurzel angelangt, sich nach aussen wenden und mit dieser in verschiedenen Höhen ihres Anfangsstücks vereinigen (Fig. 13, *E*). In ihrem Verlauf geben sie einige zwischen den Zellen des Ursprungskerns verzweigte Collateralen ab.

Die motorische Wurzel entspringt (bei der Maus) nicht allein aus dem Nucleus ambiguus; einige motorische Fasern stammen auch aus gewissen Zellen, die mehr nach hinten, bis nahe dem Niveau des Hypoglossuskerns und nach innen vom absteigenden Kleinhirnbündel der Substantia reticularis grisea gelegen sind.

Einige unserer Präparate zeigten auch deutlich die Kreuzung eines Theils der motorischen Fasern, entsprechend den Beobachtungen Bechterew's, Obersteiner's, Cramer's u. A. Die gekreuzten Fasern ziehen erst nach hinten und wenden sich, in der Höhe der centralen Trigeminusbahn, nach innen, die Raphe nach hinten vom Fasciculus longitudinal. posterior kreuzend (Fig. 13, *j*).

An einigen wenigen Schnitten durch die Medulla oblongata überraschte uns ein Befund, über dessen Constanz und Bedeutung wir uns nicht ganz sicher sind. Von dem Rande der motorischen Wurzel — wir können nicht sagen, ob von der des Vagus oder des Glossopharyngeus

— trennen sich, bald in der Höhe der sensiblen Trigeminuswurzel, bald mitten in der Substantia gelatinosa, einige Fasern los, welche, Bögen mit nach aussen gerichteter Concavität bildend, in den hinteren Theil der absteigenden Trigeminuswurzel eintreten; an einigen dieser Fasern glaubten wir eine Bifurkation in einen auf- und absteigenden Ast constatiren zu können. Diese Fasern scheinen von aussen zu kommen und eine verticale sensible Bahn nach hinten von der Wurzel des Trigeminus zu bilden (Fig. 13, *f*).

Jedenfalls sind, bevor wir uns über diesen Befund bestimmter äussern, weitere Untersuchungen nothwendig, welche die Constanz desselben ergeben und uns über die Gefahr jeglicher irrthümlicher Interpretation hinwegheben.

VIII.

KERN DES GOLL'SCHEN UND BURDACH'SCHEN STRANGES.

Bei neugeborenen oder wenige Tage alten Mäusen und Kaninchen gelang es uns, die Zellen und Fasern dieser Kerne zu färben, wobei wir die hierüber geltenden Meinungen vollauf bestätigt fanden: Die Fasern des Hinterstranges enden in diesen grauen Herden mittelst freier Verzweigungen, und aus den Zellen, mit welchen sich diese Verzweigungen in Contact setzen, geht die sensible centrale Bahn hervor.

Kern des Goll'schen Stranges. — Er beginnt mitten im Strang, indem die Fasern des letzteren auseinandertreten und ihr Verlauf sich schräg von hinten nach vorn und von aussen nach innen wendet. Die Zellen sind dreieckig oder sternförmig, klein oder mittelgross und verbreiten ihre Protoplasmafortsätze durch das ganze Dickicht des grauen Herds; die Nervenfortsätze sind zart, anfangs nach aussen, bald aber nach vorn gerichtet und treten in die gekreuzte sensible centrale Bahn oder Lemniscus internus ein.

Was die Fasern des Goll'schen Stranges anlangt, so folgen sie während ihrer Endstrecke einem gewundenen Verlauf und senden eine grosse

Zahl von zwischen den Zellen des Kerns verzweigten Collateralen aus; die Ursprungsstücke lösen sich schliesslich in eine complicirte, varicöse Verzweigung auf, die, zusammen mit jenen Collateralen, einen Nervenplexus von ausserordentlicher Entwicklung bildet.

Einige Endfasern und Collateralen kreuzen die Mittellinie, um sich im Kern des Goll'schen Stranges der entgegengesetzten Seite zu verzweigen; sie bilden auf diese Weise eine Terminalkreuzung (entrecruzamiento terminal) der sensiblen Bahn der Medulla.

Kern des Burdach'schen Stranges. — Dieser Kern übertrifft den Vorhergehenden sowohl an verticaler wie an longitudinaler Ausdehnung. Seine Zellen sind ebenfalls klein, dreieckig, spindel- oder sternförmig. Zellkörper und Protoplasmafortsätze zeigen die Neigung, sich in der Richtung von hinten nach vorn innen zu erstrecken. Die Nervenfortsätze wenden sich nach vorn und bilden den Hauptzug des Lemniscus internus. Zwischen den Zellen enden mit freien, sehr complicirten Verzweigungen die Fasern des Burdach'schen Stranges.

Ganz kürzlich haben wir diese Zellen bei neugeborenen Hunden und Katzen studirt, woselbst sie sich mittelst der Golgi'schen Methode recht gut imprägniren. Bei der Katze z. B. bilden diese Zellen inselförmige Herde, von hinten nach vorn verlängert und durch bogenförmige, von Collateralen und Nervenendfasern aus dem Burdach'schen Strang gebildete Bündel von einander getrennt. Was die Morphologie der Zellen des genannten Kerns anlangt, so ist dieselbe ähnlich derjenigen der Zellinseln der Substantia gelatinosa des Trigeminus, d. h. die Zellen, oval, dreieckig oder sternförmig, senden oft nur auf einer Seite Protoplasmafortsätze aus, und die letzteren verzweigen sich und enden mittelst Büscheln stachliger und varicöser Aestchen im Innern eines Zellherdes. Die aus der weissen Substanz kommenden Axencylinder bilden mit ihren Enden in diesen Inseln und in der Umgebung der Büschelzellen eine nervöse Endverzweigung von grosser Ausdehnung und Complicirtheit. In den durch die Verzweigungen einer einzigen Faser gebildeten Nestern dieses Nervenplexus liegt eine grosse Zahl von Zellen des Burdach'schen Kerns; die durch eine Faser zugeführte sensible Erregung überträgt sich so auf eine grosse Zahl von Zellen dieses Kerns.

Centrale sensible Bahn. — Wir haben diese sensible Bahn

verfolgt von ihrem Ursprung in dem Goll'schen und Burdach'schen Kern bis hinter die Decussatio hinter den Oliven und nachgewiesen, dass viele ihrer Fasern nach Kreuzung der Raphe sich in einen auf- und absteigenden Ast theilen. In ihrem verticalen Verlauf senden sie viele, in der weissen und grauen reticulären Substanz verzweigte Collateralen aus.

Pyramidenkreuzung. — Dieselbe ist an Querschnitten durch den Bulbus neugeborener Mäuse sehr leicht zu beobachten. Es giebt Schnitte, in welchen sie sich in ihrer ganzen Ausdehnung darbietet, indem sie sich vom unteren Ende der Oliven bis zum Burdach'schen Strange erstreckt, an dessen innerer vorderer Fläche die Pyramidenfasern longitudinale Richtung annehmen.

Während ihres Verlaufs senden die Pyramidenbündel weder Collateralen aus, noch verlieren sie irgend welche Fasern, nur in dem Moment, wo sie sich in antero-posteriore Richtung begeben, d. h. unter der Olive, geben sie an diese einige Collateralästchen ab.

IX.

HINTERES LÄNGSBÜNDEL.

Die physiologische Bedeutung dieses Bündels, sowie der Ursprung und das Ende seiner Fasern bilden einen der meist umstrittenen Punkte der Neurologie.

Edinger[36]) z. B. betrachtet das Längsbündel als ein System von Fasern, dazu bestimmt, die motorischen Centren des Sehapparats (Oculomotorius-, Trochlearis- und Abducenskern) mit den übrigen motorischen Kernen des Bulbus rhachiticus zu verbinden.

Ausserdem beginnen nach diesem Autor die Fasern des Längsbündels am Anfang des Aquäductus Sylvii in einem besonderen grauen Herd, Kern des hinteren Längsbündels genannt. Sie zögen nach unten, um im Bulbus auf eine noch unbekannte Weise zu enden. Der genannte Kern wurde zum ersten Male erwähnt von Darkschewitsch,[37]) welcher

glaubte, dass in ihm ein grosser Theil des Längsbündels, sowie die ventrale Portion der hinteren Commissur verschwinden.

Spitzka[38]) misst diesem Strang die Bedeutung bei, die Sehsphäre mit den Ursprungskernen der motorischen Augennerven, sowie mit denen der Muskeln des Kopfes und des Halses zu verbinden. Da indess nach Gudden[39]) dieses Bündel bei dem Maulwurf, bei welchem Thiere keine Augenmuskelnerven vorhanden sind, wohl entwickelt ist, so scheint die Behauptung jenes Gelehrten unberechtigt.

Nach Jakowenko,[40]) welcher diesen Punkt mittelst der Degenerationsmethode studirt hat, soll das Längsbündel kurze Bahnen enthalten, dazu bestimmt, getrennte Punkte der grauen Substanz mit einander zu verbinden, ausserdem lange, aufsteigende Bahnen vielleicht sensibler Natur.

Obersteiner[41]) nimmt an, dass das Längsbündel kurze Bahnen enthält, mittelst deren sich von der Medulla bis zum Gehirn alle motorischen Kerne untereinander verbinden. Vielleicht berge dieser Strang auch directe motorische Axencylinder, z. B. solche, die in den Kernen des Trochlearis und Oculomotorius entspringen und nach einem longitudinalen Verlauf sich den motorischen Wurzeln einverleiben.

Held[42]) huldigt in der Hauptsache der Idee, dass dieses Bündel eine zwischen den optischen und acustischen Centren einerseits und den motorischen Kernen des Auges andererseits etablirte Reflexbahn darstellt. Nach diesem Autor enthält das hintere Längsbündel ab- und aufsteigende Axencylinder: die absteigenden stammen aus Zellen, die im vorderen Vierhügel in der Nähe der hinteren Commissur gelegen sind; diese Fortsätze sind directe und gekreuzte; im Längsbündel angelangt, liefern sie Collateralen für die motorischen Augenkerne und das Deiters'sche Ganglion und setzen sich schliesslich in den Vorder-Seitenstrang der Medulla fort. Die Herkunft der aufsteigenden Fasern ist Held unbekannt.

Kölliker[43]) hält das genannte Bündel für die Fortsetzung des Vorder-Seitenstrangs der Medulla und misst ihm die Bedeutung einer gekreuzten sensiblen Bahn bei, dazu bestimmt, die spinalen sensiblen Herde mit den höher gelegenen motorischen Kernen in Verbindung zu setzen.

Cramer[44]) endlich versichert, dass der grösste Theil der Fasern des hinteren Längsbündels aufsteigenden Verlauf hat und in dem von Darkschewitsch angegebenen Herd endet. Von letzterem Kerne sollen Fasern

Fig. 14.

Sagittalschnitt durch das Gehirn eines Mäusefoetus, in der Höhe des hinteren Längsbündels.

A, Längsbündel in der Höhe der Brücke; *B*, Collateralen desselben für den Trochleariskern; *C*, Collateralen für den Oculomotoriuskern; *D*, Endverzweigungen des hinteren Längsbündels für den Kern dieses Bündels; *F*, Fortsetzung desselben, welche das Meynert'sche Bündel kreuzt und in den Thalamus opticus eintritt; *E*, Fasciculus retroflexus; *G*, rother Kern; *H*, Ganglion interpedunculare; *I*, hintere Oeffnung des Aquäductus Sylvii; *L*, Boden der Incisur zwischen Corpus mammillare und Brücke; *a*, Zelle des Ganglion interpedunculare; *b*, Fasern der dorsalen Haubenkreuzung; *d*, Wurzelzellen des Oculomotoriuskerns; *J*, Zellen der centralen grauen Substanz nebst ihren aufsteigenden Axencylinderfortsätzen.

zweiter Ordnung ausgehen, welche in die hintere Commissur eintreten. Nach unten soll dieses Bündel, wie Kölliker und Held angeben, in den Vorder-Seitenstrang der Medulla sich fortsetzen.

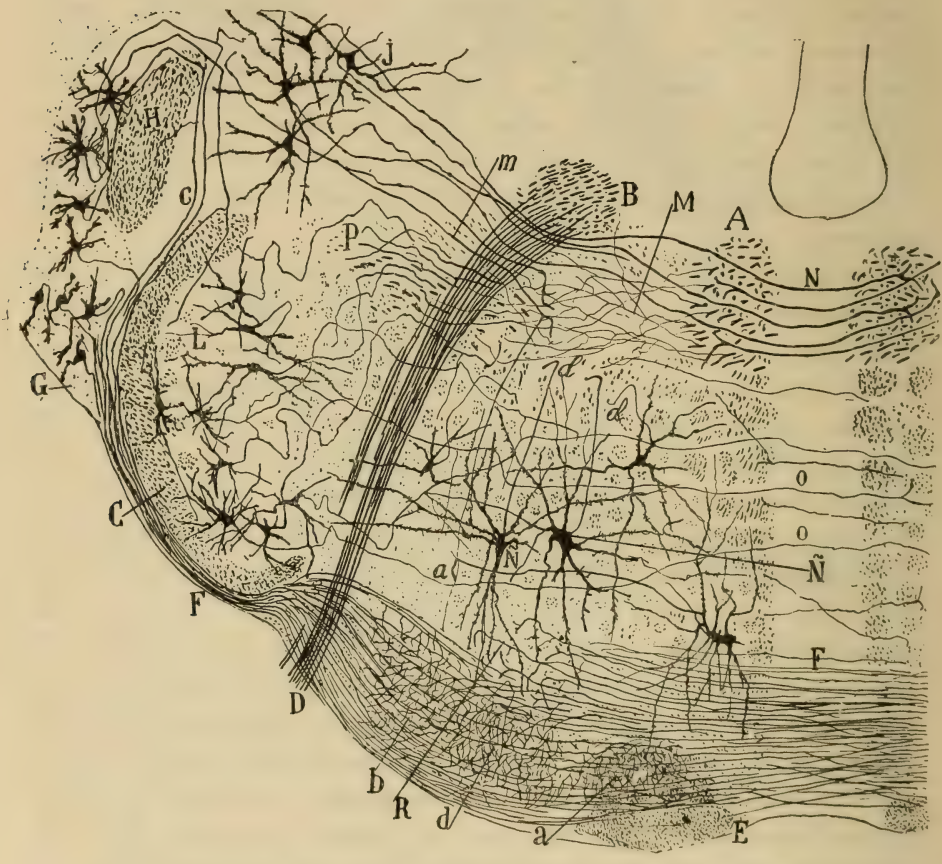
Ohne zu behaupten, diese schwierige Frage definitiv lösen zu können, wollen wir hier in Kürze die Resultate unserer Untersuchungen zusammenfassen, welche wir hauptsächlich an Sagittalschnittserien von Mäuseembryonen, in denen sich das hintere Längsbündel fast ausnahmslos imprägnirt zeigte, angestellt haben. Der Vergleich der Sagittalschnitte mit guten, theils mit der Golgi'schen, theils mit der Weigert-Pal'schen Methode gefärbten Querschnitten, ist uns nicht minder von Nutzen gewesen.

Oberes Ende des hinteren Längsbündels. — Zunächst müssen wir erklären, dass wir Held's Ansicht über den Ursprung dieses Bündels nicht bestätigen konnten. Die Fasern desselben, besonders diejenigen, welche zum Oculomotorius- und Trochleariskern Collateralen senden, werden, bei der letzten Gruppe motorischer Zellen anlangend, äusserst dünn und enden mit freien Verzweigungen theils in Edinger's Kern des hinteren Längsbündels, theils viel später, mitten im Thalamus opticus. Es gelang uns nicht, das Ende dieser langen Fasern genauer zu präcisiren; dieselben kreuzen das Meynert'sche Bündel und biegen nach vorn und unten um. Indess ihre ausserordentliche Zartheit, welche zu der beträchtlichen Stärke derselben während der Strecke, bevor die für die Oculomotoriuskerne bestimmten Collateralen abgegeben werden, in Contrast steht, veranlasst uns, sie für Endzweige zu halten und nicht für Axencylinderfortsätze, die im Mittelhirn entstanden sind (Fig. 14, *F*).

Während des Verlaufs der Längsbündelfasern, unterhalb der motorischen Augenkerne, geben dieselben an letztere eine grosse Zahl von Collateralen ab, wie sie von Kölliker, Held und van Gehuchten beschrieben worden sind. Diese Thatsache tritt deutlich zu Tage an Sagittalschnitten, an welchen man ausserdem bemerkt, dass einige Ursprungsstücke ihre Endverzweigungen zu den genannten Kernen senden, andere nach Abgabe eines kräftigen, zwischen den Zellen des Oculomotoriuskerns reichlich verzweigten Astes, auf einen schwachen Faden (in Anbetracht seines Kalibers eine echte Collaterale) reducirt bleiben, welcher seinen Verlauf bis zum Thalamus opticus fortsetzt (Fig. 14, *B, C*).

Die für den Abducenskern bestimmten Collateralen gehen, wie Held versichert, aus der gegenüber dem Facialisknie gelegenen Stelle des hin-

Fig. 15.



Querschnitt durch den Bulbus einer Maus in der Höhe des Deiters'schen Ganglions und des Corpus trapezoides.

Bei *L* die Riesenzellen der Substantia gelatinosa des Trigeminus und der Verlauf ihrer Axencylinder; man sieht, dass viele derselben eine verticale Bahn bei *P* bilden, während andere die Raphe kreuzen; *A*, hinteres Längsbündel; *B*, Knie des Facialis; *C*, absteigende sensible Wurzel des Trigeminus; *F*, Corpus trapezoides; *J*, Deiters'scher Kern; *E*, Pyramiden.

teren Längsbündels hervor. Wie man in Fig. 15, *M* sieht, sind dieselben dünn und nach aussen gerichtet und, beim motorischen Kern angelangt,

lösen sie sich in zahlreiche Endästchen auf, welche einen ziemlich dichten, pericellulären Plexus bilden. Diese Verzweigungen überschreiten nie die Gegend des genannten Kerns; wenigstens traten in unseren Präparaten nicht jene Collateralen zu Tage, die Held in seinen Figuren aufzeichnet, und die nach Abgabe kleiner Aestchen an den Abducenskern mitten in den dorsalen Kern des Vestibularis eintreten.

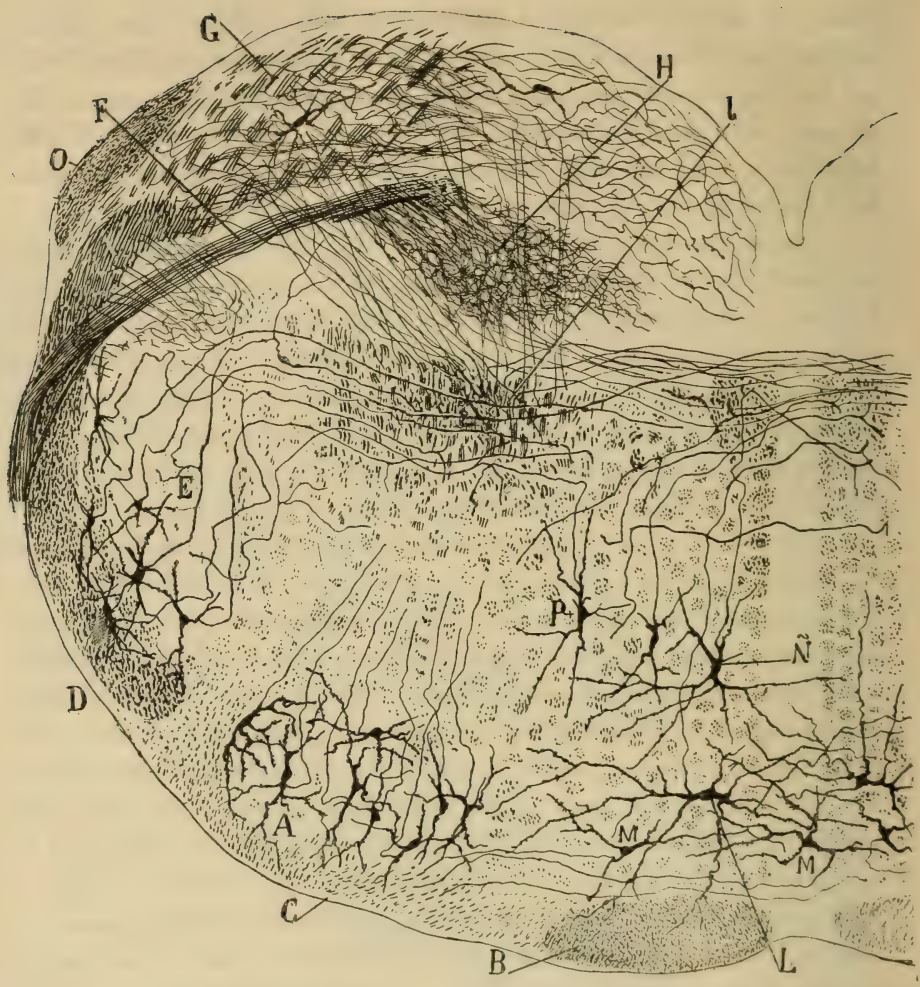
Ursprung des Längsbündels. — Wie wir schon gesagt haben, repräsentiren die Fasern desselben aufsteigende sensible Fasern zweiter Ordnung; es entspricht dies auch der bezüglichen Vermuthung Kölliker's, doch vermögen wir mit diesem das Vorhandensein absteigender Fasern in dem genannten Bündel nicht auszuschliessen. Neben absteigenden sensiblen Fasern sahen wir kürzlich in das Längsbündel einige kräftige Axencylinder eintreten, welche aus dem vorderen Theil des rothen Kernes entsprangen, wo ihre Ursprungszellen liegen (Fig. 27, *e*).

Die sensiblen und sensorischen Züge des hinteren Längsbündels sind:

Faserzug des Deiters'schen Kerns. — Wie wir später zeigen werden, senden die grossen Zellen dieses Kernes ihre Axencylinderfortsätze nach innen; dieselben ziehen bald nach hinten, indess gewöhnlicher nach vorn und nach aussen vom Facialisknie, kreuzen darauf die Raphe und theilen sich, beim hinteren Längsbündel angelangt, im Geflecht desselben in einen dicken, aufsteigenden und einen meist zarteren, absteigenden Ast. Manchmal findet keine Bifurkation statt, sondern die Faser macht eine Biegung und setzt sich in eine aufsteigende fort (Fig. 15, *J*, *N*).

Sensibler Faserzug des Trigeminus. — Derselbe wurde von Held erwähnt, ohne dass letzterer Ursprung und Richtung genauer bestimmt hätte. Wir konnten uns davon überzeugen, dass dieser Faserzug in verschiedenen Niveaus des Bulbus, vorzugsweise aber in der Höhe des Hypoglossus vorhanden war. Wie man aus Fig. 16, *E* ersieht, ziehen kräftige Axencylinder, welche grossen, im hinteren Theil der Substantia gelatinosa des Trigeminus gelegenen Zellen entspringen, erst nach hinten, wenden sich alsdann bald nach innen, wobei sie zwischen dem Hypoglossuskern und dem hinteren Rande der grauen reticulären Substanz (laterale centrale sensible Bahn) verlaufen, geben dem genannten motorischen Kern eine oder mehrere derbe Collateralen ab und theilen sich nach Kreuzung der Raphe im Gebiet des hinteren Längsbündels

Fig. 16.



Querschnitt durch den Bulbus einer neugeborenen Maus.

Der Schnitt trifft den Facialiskern und weist zahlreiche Zellen der weissen und grauen reticulären Substanz auf.

A, Facialiskern; *B*, Pyramide; *C*, Seitenstrangrest; *D*, Schnitt durch die absteigende Trigeminuswurzel; *E*, Substantia gelatinosa derselben; *F*, sensible Wurzel des Vagus und Glossopharyngeus; *G*, absteigende Wurzel des Vestibularis; *H*, oberer Kern der sensiblen Wurzel des Vagus und Glossopharyngeus; *I*, laterale centrale Bahn des Vestibularis, des Trigeminus, des Vagus und Glossopharyngeus; *O*, Pedunculus cerebelli inferior; *L*, *N*, Riesenzellen, deren Axencylinder zum hinteren Längsbündel ziehen; *M*, Zellen, deren Axencylinder zum Seitenstrangrest zieht; *P*, Zelle, deren Axencylinder zur grauen reticulären Substanz verläuft.

oder im Vorder-Seitenstrangrest in einen auf- und einen absteigenden Ast. Es ist anzunehmen, dass der aufsteigende Ast, manchmal kräftiger als der andere, mit den übrigen das Längsbündel bildenden Fasern hinaufzieht.

Aus den Zellen der weissen reticulären Substanz stammender Faserzug. — In einigen, einer unter dem unteren Facialisschenkel gelegenen Ebene entsprechenden Schnitten durch den Bulbus beherbergt die weisse Substanz (vordere Hälfte) bestimmte multipolare sternförmige, im Allgemeinen voluminöse Zellen, deren Axencylinder sich in der Gegend des hinteren Längsbündels bifurcirt. Bei den Zellen *Ñ, L,* Fig. 16, zieht der äusserst kräftige Nervenfortsatz horizontal nach hinten und spaltet sich nach Kreuzung der Raphe in einen auf- und einen absteigenden Ast; bei anderen Zellen setzt sich der Nervenfortsatz bloss in eine absteigende Faser der entgegengesetzten Seite fort; in manchen Fällen endlich sendet der Nervenfortsatz in der Höhe der terminalen Umbiegung eine lange in der weissen reticulären Substanz verzweigte Collaterale aus. Die Protoplasmafortsätze dieser Zellen sind lang, mannigfach bifurcirt und verzweigen sich, nach Kreuzung der Mittellinie, auf der entgegengesetzten Seite.

Was bedeuten diese Zellen der Substantia reticularis? Kölliker vermuthet, dass alle Zellen der reticulären Substanz, der weissen wie der grauen, sensible Neurone dritter Ordnung repräsentiren, d. h. ein System kurzer Bahnen, dazu bestimmt, die Endherde der sensiblen Axencylinder zweiter Ordnung (Zellen der Stränge in der Medulla) mit anderen, vielleicht motorischen Herden des Bulbus in Verbindung zu setzen. Wir halten diese Ansicht um so mehr für die richtige, als wir bisher niemals in den Interstitien, in denen die Zellen der reticulären Substanz liegen, Verzweigungen gefunden haben, welche aus directen sensiblen Collateralen hervorgehen. Dagegen trifft man in den genannten Interstitien Collateralen und sogar eigentliche Bifurkationsäste bogenförmiger Axencylinder, welche aus voluminösen Zellen der Substantia gelatinosa des Trigeminus oder derjenigen, welche die gemeinsame Vagus-Glossopharyngeuswurzel umgiebt, hervorgehen, sowie Collateralen, welche aus Longitudinalfasern der genannten reticulären Substanzen entspringen, Fasern, die, vielleicht zum grössten Theil, die verticale Bahn sensibler Fasern zweiter Ordnung repräsentiren.

Von den erwähnten Faserzügen ist der wichtigste ohne Zweifel der des Deiters'schen Ganglions. Aus diesem Ganglion gehen hauptsächlich jene groben, aufsteigenden Fasern hervor, welche zahlreiche Collateralen zu den motorischen Augenkernen senden.

Die Existenz von Vestibularisfasern zweiter Ordnung im hinteren Längsbündel trägt einem den Physiologen wohlbekannten Phänomen Rechnung, nämlich der Erzeugung compensatorischer und associirter Bewegungen der Augen, während der Kopf und der Körper ihre Gleichgewichtslage ändern. Diese compensatorischen Bewegungen, welche die ursprüngliche Stellung der Augen trotz der Lageveränderungen des Kopfes aufrecht zu erhalten streben, hören bekanntlich auf, wenn der Boden des vierten Ventrikels oder der Aquäductus Sylvii im Niveau des vorderen Vierhügels oder endlich die Nervi acustici durchschnitten werden, Schnitte, durch welche mit Nothwendigkeit entweder die Durchtrennung der Vestibulariswurzel oder des hinteren Längsbündels herbeigeführt wird.*)

---

*) Seitdem ich diese Arbeit der spanischen Gesellschaft für Naturwissenschaften vorgelegt habe (Februar 1895), haben van Gehuchten und A. Mahaim zwei neue Mittheilungen über das hintere Längsbündel veröffentlicht.

Van Gehuchten (Das hintere Längsbündel, Brüssel 1895) hat dasselbe bei der Forelle studirt und betrachtet es als eine motorische absteigende Bahn, deren Ursprungszellen an verschiedenen Punkten der Medulla oblongata und des Mittelhirns liegen und deren Axencylinder zahlreiche Collateralen zu den motorischen Kernen senden sollen. Was die Säugethiere anlangt, so enthält das hintere Längsbündel in der That absteigende Fasern, indess ebenso zahlreiche aufsteigende; die Mehrzahl der aus den sensiblen Zellen zweiter Ordnung entspringenden Axencylinder bilden in der That durch ihre Bifurkation im Niveau des Hinterstranges eine aufsteigende und eine absteigende Bahn. Wir glauben, dass bei den Fischen die aufsteigenden Fasern des genannten Bündels nicht entwickelt sind oder sich nicht gut imprägniren; vielleicht fehlt der aufsteigende Bifurkationsast, der an den Zellen der Substantia reticularis grisea und des Deiters'schen Kerns, welche bei der Bildung des Längsbündels betheiligt sind, so leicht zu sehen ist. Was die motorische Natur der Fasern dieses Bündels betrifft, so erscheint uns die Annahme derselben sehr gewagt; es entsteht alsbald die Schwierigkeit, diese Function denjenigen Fasern zuzuschreiben, deren Ursprungszellen in ausgesprochen sensiblen oder sensorischen Herden (Zellen des Deiters'schen Kerns und der Substantia gelatinosa) liegen. Um eine solche Behauptung

X.

URSPRUNG DES NERVUS VESTIBULARIS.

Wie hauptsächlich durch die Untersuchungen von His,[45]) Retzius[46]) und von Lenhossek[47]) nachgewiesen worden ist, repräsentirt der Vestibularis die Vereinigung der inneren Fortsätze der bipolaren Zellen des Scarpa'schen Ganglions. Er zieht nach dem Bulbus nach vorn vom Nervus cochlearis und endet, zwischen dem hinteren Rande der absteigenden sensiblen Trigeminuswurzel und dem Corpus restiforme durchdringend, mit freien Verzweigungen in drei, unter sich zusammenhängenden Ganglien, nämlich dem dorsalen oder Hauptkern, dem Deiters'schen Kern und dem Bechterew'schen Kern. Der dorsale Kern verlängert sich nach unten in Gestalt eines successive schwächer werdenden, langen Fortsatzes, welcher bis dicht an den Kern des Burdach'schen Stranges reicht, und den man als Kern des absteigenden Astes oder einfach absteigenden Kern bezeichnet.

---

aufrecht zu erhalten, wäre es präcis gewesen, eine specielle Verbindung aller Ursprungszellen des hinteren Längsbündels mit der Pyramidenbahn (Säugethiere) oder mit dem Grundbündel des Vorderhirns (Fische) nachzuweisen. Wir selbst konnten bei Säugethieren niemals eine solche Verbindung feststellen.

Mahaim (Untersuchungen über die Verbindung zwischen den Kernen der motorischen Augennerven und dem hinteren Längsbündel. Acad. roy. de Belgique, Brüssel 1895) hat nach Exstirpation der motorischen Augennerven (Gudden's Methode) einen Theil der Fasern des hinteren Längsbündels verschwinden sehen; er hält es deshalb für wahrscheinlich, dass die verschwundenen Fasern einer zwischen dem sensiblen Endkern des Trigeminus und dem Oculomotorius bestehenden Associationsbahn entsprechen. Wie wir im Text erwähnt haben, existirt diese Associationsbahn thatsächlich und wird gebildet von Neuronen, welche in der Substantia gelatinosa der absteigenden Trigeminuswurzel liegen, deren Axencylinder, nach ihrer im Niveau des hinteren Längsbündels stattfindenden Bifurkation eine aufsteigende und absteigende Bahn erzeugen, aus welch' letzterer vielleicht die Collateralen des genannten Bündels für die motorischeu Augenkerne hervorgehen. Aus dem Vorstehenden ist ersichtlich, dass die neuesten Studien mit unseren bei neugeborenen Säugethieren gewonnenen Resultaten in Einklang stehen.

Diese Ursprünge des Nervus vestibularis sind nachgewiesen worden durch die im Wesentlichen übereinstimmenden Forschungen von Bechterew,[48]) Onufrowicz,[49]) Forel,[50]) Flechsig,[51]) Roller,[52]) Bumm,[53]) Obersteiner,[54]) Cramer[55]) etc., Forschungen, denen theils die Flechsig'sche Methode, theils die Methoden der Degeneration und secundären Atrophie zu Grunde lagen. Aber während diese Untersuchungen die Details bezüglich der Endigung der Vestibularisfasern nicht ans Tageslicht zu ziehen vermochten, haben in den letzten Jahren L. Sala, Kölliker, Held und Martin mittelst der Golgi'schen Methode Resultate gewonnen, welche theils verschiedene dunkle Punkte aufklärten, theils einigen bis dahin für blosse Hypothese geltenden anatomischen Anschauungen grössere Bestimmtheit verschafften.

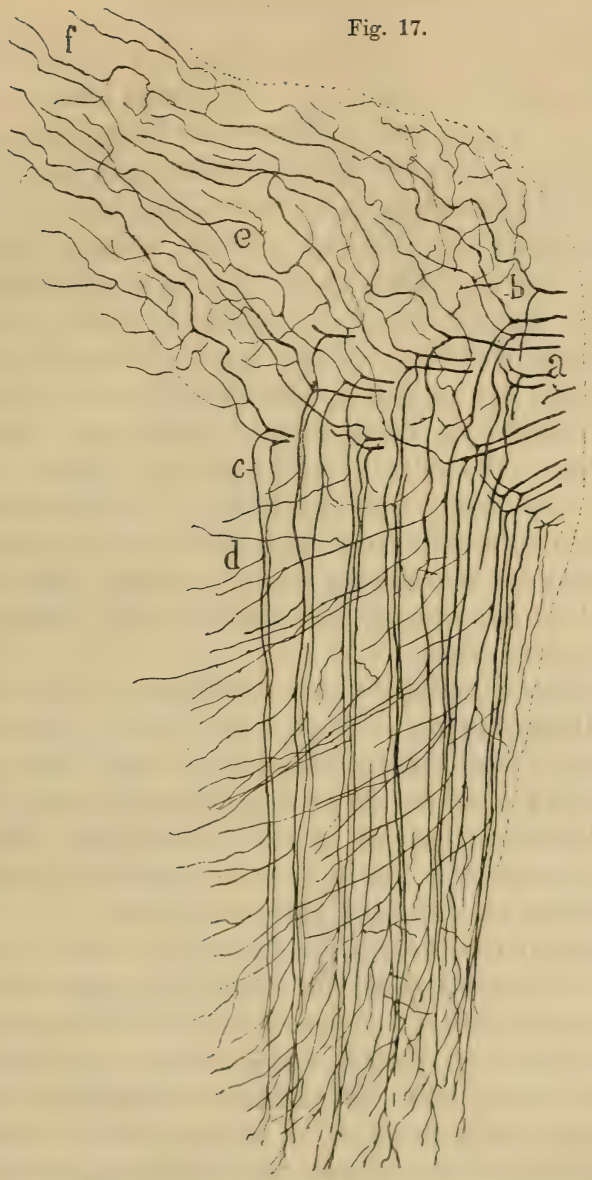
Eine der wichtigsten durch die Methode der Dunkelfärbung entdeckten Thatsachen ist die Bifurkation der Vestibularisfasern. Hinter dem sensiblen absteigenden Ast des Trigeminus, sagt Kölliker,[56]) spalten sich die Fasern des Vestibularis gabelförmig und erzeugen einen absteigenden Ast, vielleicht bestimmt, die sogenannte aufsteigende Wurzel der Autoren zu bilden, und einen aufsteigenden Ast, der hauptsächlich dem dorsalen oder Hauptkern zugehört.

H. Held[57]) beschreibt die Bifurkation fast mit denselben Ausdrücken. Die Vestibularisfasern sollen sich theilen in einen absteigenden, die aufsteigende Wurzel Roller's bildenden Ast und einen aufsteigenden, welcher zur grauen Substanz des Bodens und der Seitenwand des vierten Ventrikels zieht, wo er sich wiederholt verzweigt. Der absteigende Ast sendet mehrfache, ramificirte Collateralen aus.

Unsere an wenige Tage alten Mäusen, Ratten und Kaninchen angestellten Untersuchungen bestätigen diese präcisen Beschreibungen Kölliker's und Held's. Wie aus Fig. 17, *a* und Fig. 1, *B* ersichtlich, sendet jede Faser des Vestibularis zwei Aeste aus, welche wie die beiden Schenkel eines γ divergiren; indess sind diese Aeste selten gleich; gewöhnlich ist der aufsteigende zart und wendet sich alsbald nach oben und hinten, während der dickere absteigende geradlinig und fast vertical verläuft, bis er, bei der unteren Portion des absteigenden Kerns angelangt, die Endverzweigung bildet (Fig. 17, *c*).

Der aufsteigende Ast nimmt einen gewundenen, sehr unregelmässigen

Fig. 17.



Lateraler Sagittalschnitt durch den Bulbus eines Mäusefoetus.

Dieser ziemlich dicke Schnitt zeigt ganz deutlich die Bifurkation der Wurzelfasern des Nervus vestibularis.

a, Wurzelfaser; *b*, aufsteigender Ast; *f*, die Fortsetzung desselben, welche in das Bechterew'sche Ganglion und den acustischen Kern des Kleinhirns dringt; *c*, starker absteigender Ast; *d*, im Hauptkern verzweigte Collateralen.

Verlauf, erreicht den Bechterew'schen Kern und begiebt sich in das acustische Kleinhirnbündel (Fig. 18, *a*). Unterwegs sendet er zahlreiche Collateralen aus, welche sich im Niveau des Deiters'schen Kerns und besonders in dem Geflecht des Bechterew'schen verbreiten, in welchem wahrscheinlich ebenfalls einige aufsteigende Aeste enden.

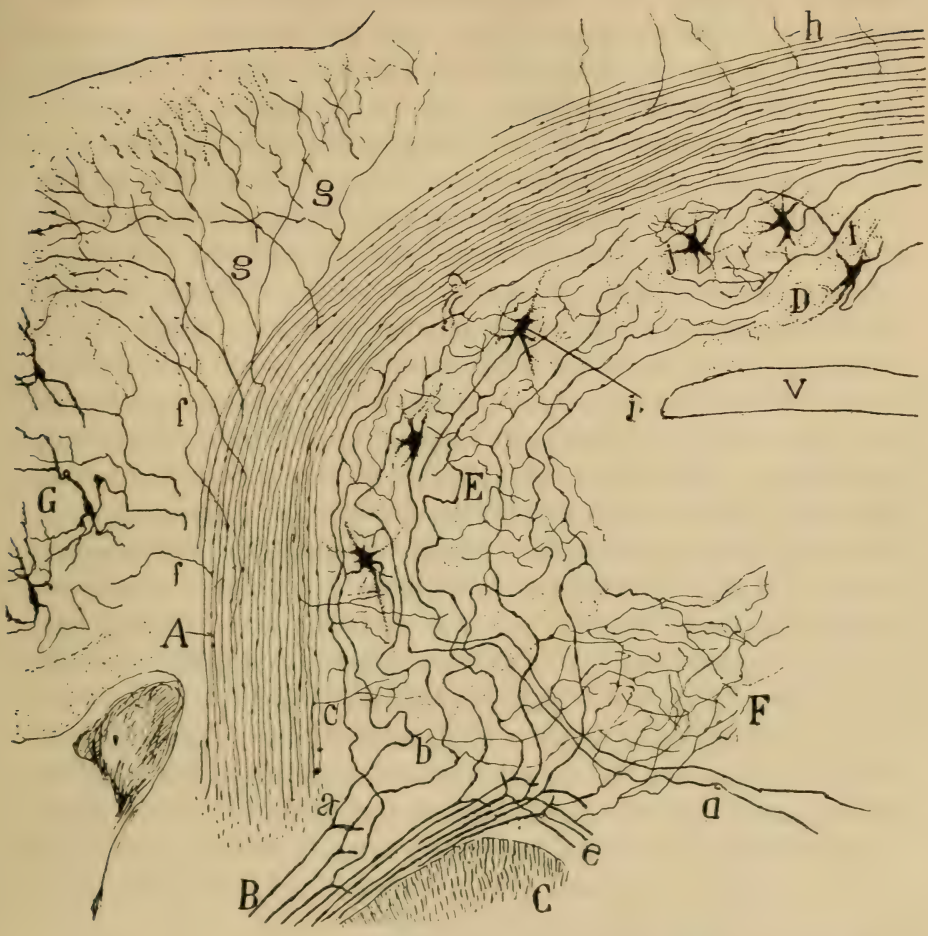
Der absteigende Ast verbindet sich mit andern, um Bündel zu bilden, welche nach unten und ein wenig nach innen und hinten verlaufen. Unterwegs, wie aus Fig. 17 und 19 ersichtlich, senden sie in rechtem oder fast rechtem Winkel eine Unzahl derber Collateralen aus, welche nach innen ziehen und zur grauen Substanz des Bodens des vierten Ventrikels eine ausgedehnte Verzweigung varicöser und freier Aestchen schicken. Diese Collateralen, welche mit ihren Aestchen den ganzen absteigenden Kern, sowie einen guten Theil des Deiters'schen Kerns erfüllen, senden auch auf ihrer Anfangsstrecke, d. h. so lange sie noch nicht das Gebiet der absteigenden Wurzel verlassen haben, feine Aestchen aus, die zu den zwischen den Bündeln dieser Wurzel gelegenen Zellen in Beziehung treten.

Die unzähligen Collateralen der absteigenden Wurzel bilden ohne Zweifel die Hauptendigung des Nervus vestibularis. Bei neugeborenen Thieren und noch mehr bei Mäusefoeten ist es leicht, diese Collateralen zu verfolgen; in Fig. 19 und 20 ist dies deutlich zu sehen. Bei einige Tage alten Kaninchen dagegen ist der Verlauf dieser Fasern so geschlängelt und verwickelt und so gross die Zahl der Secundärfädchen, dass es unmöglich ist, ihre ganze Bahn zu übersehen.

An einigen Bulbusschnitten der Maus sahen wir aus dem Nervus vestibularis ein zusammengedrängtes Faserbündel heraustreten, welches sich nach innen und hinten von dem absteigenden Trigeminusast wandte und, vor dem Knie des Facialis vorbeiziehend, in die Raphe eintrat. Dieses Bündel scheint nicht aus directen Wurzelfasern, sondern aus Collateralen von Vestibularisfasern zu bestehen und ist vielleicht dazu bestimmt, sich in den Vestibularisherden der entgegengesetzten Seite zu verzweigen. Jedenfalls bedarf Ursprung und Ende dieser Fasern weiterer Untersuchungen.

Den Eintritt der aufsteigenden Aeste des Nervus vestibularis in das acustische Kleinhirnbündel sieht man deutlich an den parallel zum

Fig. 18.



Frontalschnitt durch die Brücke, den Pedunculus cerebelli inferior, den Deiters'schen und Bechterew'schen Kern und den Kleinhirnwurm mit umfassend. Neugeborene Maus.

A, Pedunculus inferior, der Länge nach geschnitten; *B*, Wurzel des Vestibularis; *C*, Trigeminus; *D*, Dachkern; *E*, Bechterew'scher Kern; *F*, oberes Ende des Deiters'schen Kerns; *G*, Corpus dentatum; *a*, aufsteigender Ast des Vestibularis; *b*, Collaterale des aufsteigenden Astes für den Deiters'schen Kern; *c*, Collaterale des Pedunculus inferior; *e*, absteigende Aeste des Vestibularis; *d*, Axencylinder des Bechterew'schen Kerns; *f*, Collateralen des Pedunculus nach der Kleinhirn-Hemisphäre; *g*, Fasern des Pedunculus, welche sich in der Kleinhirnrinde zu verzweigen scheinen; *h*, Collateralen des Pedunculus nach dem Wurm; *J*, Zellen des Dachkerns, dessen Axencylinder in den Wurm eintreten; *I*, freie Verzweigung im Dachkern.

Pedunculus cerebelli inferior gerichteten Schnitten durch Bulbus und Kleinhirn (Fig. 18, *E*). Diese Fasern entsprechen ohne Zweifel denjenigen, welche verschiedene Autoren, Forel, Sala und Kölliker etc. an dem inneren Rande des Pedunculus inferior (seitliche Portion des Vestibularis nach Kölliker) beschrieben haben, und welche nach L. Sala aus dem Vestibularis heraustreten und im Kleinhirn enden sollen. Kölliker neigt zu der Annahme, dass sie inmitten des Deiters'schen, sowie im dorsalen Kern enden. Eine sorgfältige Analyse dieser Vestibularisfasern bei der neugeborenen Maus liess uns mit voller Klarheit erkennen, dass es sich nicht um directe Wurzelfasern handelt, wie L. Sala vermuthet zu haben scheint, sondern um aufsteigende Bifurkationsäste des ganzen Nervus vestibularis. Diese Aeste, im Allgemeinen zarter, zuweilen ebenso stark wie die absteigenden, wenden sich nach hinten und oben, beschreiben grosse Windungen und verlaufen in verschiedenen Ebenen des Bechterew'schen Kerns. Oft senden sie vor Eintritt in diesen Kern eine kräftige Collaterale nach dem oberen Ende des Deiters'schen Kerns (Fig. 18, *b*), und in den Bechterew'schen Kern eingetreten, geben sie in rechtem oder stumpfem Winkel mannigfaltige Collateralen ab, welche zwischen den multipolaren Zellen desselben reichlich verzweigt sind. Einige Fasern scheinen in diesen Kern sich zu verlieren, indess die Mehrzahl setzt ihren Verlauf fort, dringt in das acustische Kleinhirnbündel ein, dessen Zellen sie neue Collateralen (Nucleus cerebello-acusticus von Cajal) senden und erreichen schliesslich, an Stärke erheblich vermindert, den Dachkern, über den hinaus sie schwer zu verfolgen sind. Eine Gruppe von Fasern windet sich nach vorn vom Pedunculus cerebelli inferior, tritt in das Corpus dentatum und scheint sich zum Theil zum Lobulus lateralis des Kleinhirns und zum Flocculus zu begeben.

Um es kurz zusammenzufassen: Mittelst des aufsteigenden Astes verbreitet sich der Nervus vestibularis über die obere Portion des Deiters'schen, über den ganzen Bechterew'schen Kern, über die in dem Geflecht des acustischen Kleinhirnbündels gelegenen multipolaren Nervenzellen und schliesslich über den Dachkern und vielleicht das Corpus dentatum und die Kleinhirnrinde.*)

*) In dem Geflecht des Vestibularis, vor der Bifurkation seiner Fasern und mehr oder weniger vis-à-vis der centralen Portion der absteigenden sensiblen Trigeminus-

Wir vermögen nicht anzugeben, wie viele aufsteigende Aeste des Nervus vestibularis in das Kleinhirn gelangen. Nach unseren an Sagittalschnitten durch das Gehirn eines Mäusefoetus gemachten Beobachtungen, neigen wir zu der Annahme, dass fast alle aufsteigenden Aeste diese Richtung einschlagen. Bei vielen von ihnen erfährt, in Folge der für den Deiters'schen und Bechterew'schen Kern abgegebenen Collateralen, der für das Kleinhirn bestimmte Ast eine solche Verschmälerung, dass er selbst wie eine einfache Collaterale erscheint. Es giebt indess Fälle, bei welchen der aufsteigende Ast während seines Verlaufs nur wenige Verluste erleidet und sich bis über den Dachkern hinaus erstreckt.

Bechterew'scher Kern. Bei der Maus erscheint derselbe als dreieckiger Kern, dessen vordere Basis sich in den Deiters'schen Kern fortsetzt, und der nach aussen durch den Pedunculus cerebelli inferior, und nach innen durch die centrale oder periventriculäre graue Substanz begrenzt wird. Er enthält zahlreiche multipolare Zellen von mittlerer Grösse, getrennt durch Bündel antero-posteriorer Fasern. Die Axencylinder dieser Zellen senden zuweilen eine Collaterale nach dem Kern selbst, wenden sich nach vorn und treten in den Deiters'schen Kern ein, wo sie sich vielleicht mit den in diesem entspringenden Nervenfortsätzen verbinden, um einen gemeinsamen Verlauf zu nehmen.

Das Geflecht des acustischen Kleinhirnbündels enthält auch zahlreiche Zellen, welche eine bis in die Nähe des Dachkernes selbst ausgedehnte Schicht bilden. Der Nervenfortsatz dieser Zellen verfolgt dieselbe Richtung wie derjenige der Zellen des Bechterew'schen Ganglions.

Deiters'scher Kern. Derselbe bildet bei der Maus eine halb-

---

wurzel, existirt ein kleines Ganglion, welches zum Deiters'schen Kern zu gehören scheint und von einigen Autoren, darunter Sala, sicher gesehen worden ist. Aus dem Anfangsstück der benachbarten Vestibularisfasern gehen im rechten Winkel mannigfaltige Collateralen ab, welche sich in der Umgebung der Zellen ramificiren, dabei einen sehr dichten Nervenplexus bildend. Die Zellen sind gross, spindelförmig, dreieckig oder eiförmig, und ihre Protoplasmafortsätze verzweigen sich reichlich zwischen den Zellen, ohne jedoch aus dem Ganglion herauszutreten. Den Nervenfortsatz dieser Zellen konnten wir nicht genügend weit verfolgen, um uns von seinem Ziel zu vergewissern; bei zwei Zellen wandte er sich nach vorn, als wollte er in das Corpus trapezoides eintreten.

mondförmige, nach hinten convexe und hinten von bogenförmigen Capillaren umgebene Masse; die grösseren Zellen liegen nach vorn, nicht weit vom verschmälerten und nach innen gerichteten Rande der absteigenden sensiblen Wurzel des Trigeminus; die kleineren befinden sich hinten und aussen (Fig. 19, *A*).

Nach den Beschreibungen vieler Autoren, besonders L. Sala's und Kölliker's sind die Zellen des Deiters'schen Kerns sternförmig, multipolar und mit langen dornartigen, vielfach dichotomisch getheilten Fortsätzen versehen; bei einigen Zellen können diese Fortsätze die Grenzen des Kerns überschreiten, indem sie bald in den dorsalen Kern, bald in das Axencylinderbündel der centralen Bahn eintreten.

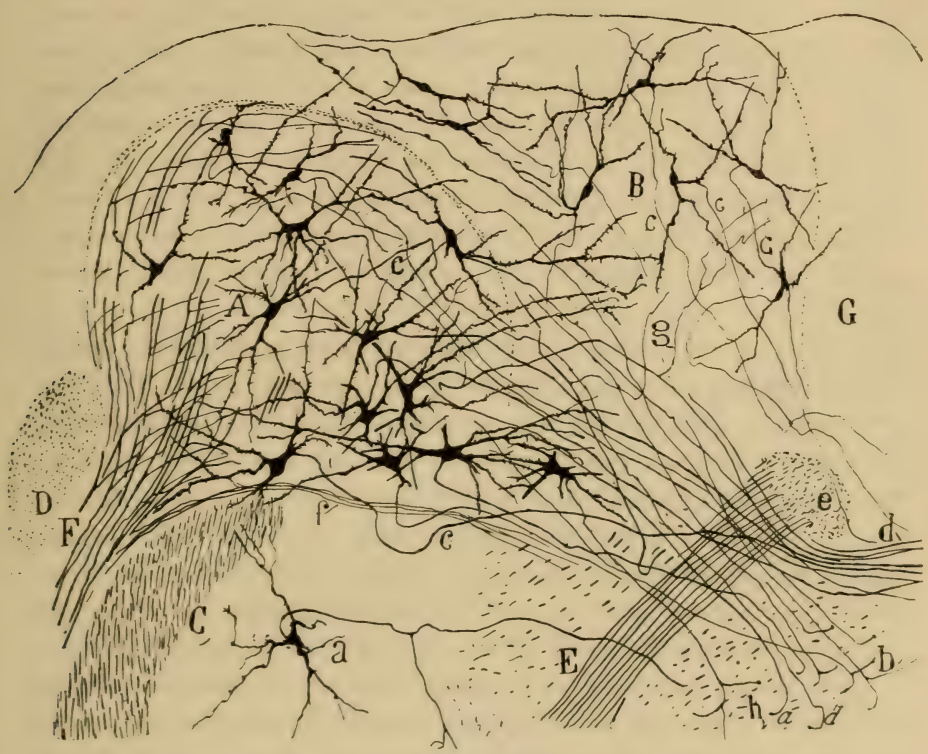
Der Axencylinder ist kräftig, geht oft aus einem Protoplasmafortsatz hervor, entbehrt der Collateralen und wendet sich nach vorn, um die centrale Bahn des Vestibularis zu bilden. Die Beobachtungen der Forscher stimmen bezüglich des Verlaufs dieser Nervenfortsätze nicht ganz überein.

Nach Sala[58]) nehmen sie verschiedene Richtungen an; zum grössten Theil jedoch scheinen sie nach vorn bis zur Olive und dem Seitenstrangkern zu verlaufen; einige Fasern sollen zur Raphe ziehen; indess in keinem Falle konnte Sala einen Axencylinder von seinem Ursprung bis zum Eintritt in die weisse Substanz verfolgen, was leicht begreiflich erscheint, wenn man sich erinnert, dass dieser Autor vorzugsweise an Katzen und Kaninchen gearbeitet hat, bei welchen die Kerne des Vestibularis bereits beträchtliche Dimensionen erreichen.

Nach Kölliker[59]) entspringen aus dem Deiters'schen Kern, sowie aus dem Bechterew'schen, dem dorsalen und dem absteigenden, die folgenden Axencylinder: 1. Nervenfortsätze für das acustische Kleinhirnbündel; 2. Fortsätze, welche nach Kreuzung der Raphe (theils vor, theils hinter dem Fasciculus longitudinalis posterior) hinter der oberen Olive eine longitudinale Bahn bilden; 3. Axencylinder, welche, wie bereits Bruce, Held und Obersteiner beobachteten, sich nach vorn wenden, nach innen von dem horizontalen Anfangsstücke des Facialis, nach aussen vom Abducenskern verlaufen und sich in aufsteigender Richtung in den Lemniscus internus begeben; 4. endlich Nervenfortsätze, welche, aus dem Deiters'schen Kern und dem Kern der absteigenden Wurzel entspringend, im Abducenskern enden sollen.

Held[60]) stimmt mit Kölliker überein in der Annahme, dass ein guter Theil der Axencylinder des Deiters'schen Kerns sich nach vorn wendet, nach aussen vom Abducenskern verlaufend und inmitten der

Fig. 19.



Querschnitt durch den Deiters'schen Kern des Bulbus einer wenige Tage alten Maus.

A, Deiters'scher Kern; *B*, Haupt- oder Dorsalkern; *C*, Trigeminus; *D*, Pedunculus cerebelli inferior; *F*, Wurzelfasern des Vestibularis; *G*, centrale graue Substanz; *E*, Facialis; *a*, Zelle der Substantia gelatinosa des Trigeminus; *b*, laterale Vestibularisbahn; *d*, die Raphe erreichende Vestibularisbahn; *e*, Facialisknie; *f*, Vestibularisfasern, welche zur Raphe zu ziehen scheinen; *g*, Collateralen einiger Axencylinder; *h*, Bifurkation eines dem Deiters'schen Kern entstammenden Nervenfortsatzes und Ursprung einer nach vorn ziehenden Collaterale. Der Buchstabe *c* bezeichnet die Axencylinder.

grauen reticulären Substanz eine verticale Bahn bildend; indess von diesem Forscher abweichend, vermuthet er, dass dieses Bündel oder

diese longitudinale Bahn sich in den Seitenstrangrest der Medulla fortsetzt.

Held glaubt auch, dass der Vorderseitenstrangrest der Medulla Fasern aus den Endterritorien des Vestibularis und Trigeminus enthält. Er lässt es dahingestellt sein, ob es sich um Axencylinder, die in diesen Herden entsprungen sind, handelt, oder um Fasern (vielleicht Collateralen), deren Ursprungszellen tiefer, im Vorderhorn der Medulla, liegen; jedenfalls soll sich dieser Vorderseitenstrangrest in das hintere Längsbündel fortsetzen, welches gegenüber dem Facialisknie Collateralen für den Abducenskern und für die Endherde des Vestibularis liefere. In einer späteren Arbeit präcisirt Held diese Verhältnisse dahin, dass die Fasern, welche aus den Kernen des Vestibularis zum Vorderseitenstrangrest ziehen, ihren Ursprung im Haupt- oder Dorsalkern dieses Nerven nehmen.[61])

Bei diesen Schlussfolgerungen stützt sich Held hauptsächlich auf die mit der Flechsig'schen und Golgi'schen Methode gewonnenen Resultate.

Immerhin geht aus den fast sämmtlich schematischen Zeichnungen, die dieser Autor von den Ursprüngen und dem Verlauf der centralen Vestibularisbahnen giebt, nicht deutlich genug hervor, dass es ihm gelungen wäre, den Verlauf der einzelnen Axencylinder gesondert zu verfolgen; wenigstens bei der Katze und Maus, welche Thiere er hauptsächlich verwendet hat, konnten wir selbst niemals das Ende der genannten Fortsätze, trotzdem sie ausgezeichnet gefärbt waren, entdecken.

Um diesem Ziele näher zu kommen, haben wir uns möglichst günstige Verhältnisse ausgesucht und theils Mäusefoeten, bei welchen die Doppelmethode angewandt worden, theils neugeborener Mäuse bedient. Unsere Untersuchungen waren erfolgreich und liessen uns ohne jeden Zweifel erkennen, dass die Axencylinder der Zellen des Deiters'schen und Bechterew'schen Kerns zwei Vestibulariszüge oder -bahnen zweiter Ordnung bilden: 1. eine bereits von Held beschriebene, welche thatsächlich eine longitudinale Bahn vor und aussen vom Abducenskern erzeugt, und die wir äussere oder directe Bahn nennen wollen; 2. eine gekreuzte und aufsteigende, welche den Hauptbestandtheil des hinteren Längsbündels der anderen Seite bildet, und die wir als innere oder gekreuzte Bahn bezeichnen wollen.

Was die für das acustische Kleinhirnbündel, den Fasciculus postolivaris und den Ursprungskern des Abducens bestimmten Bahnen anbetrifft, die sämmtlich von Kölliker angegeben worden sind, so gestatten unsere Untersuchungen bisher kein endgültiges Urtheil.

Aeussere Bahn. — Sie wird gebildet von Axencylindern von Zellen, die durch den ganzen Deiters'schen Kern zerstreut liegen, sowie von Zellen des Dorsalkerns; diese Nervenfortsätze ziehen nach vorn und aussen, kreuzen das Facialisknie und wenden sich longitudinal in einer nach aussen und vorn vom Abducenskern sich erstreckenden Zone (Fig. 19, *b*). Die Mehrzahl dieser Fasern biegen um und gelangen zur weissen Substanz, wo sie medullarwärts absteigen; andere spalten sich in einen auf- und einen absteigenden Ast; einige schliesslich senden, bevor sie sich, sei es in absteigende oder aufsteigende Richtung begeben, einen Ast aus, welcher zur Raphe zieht, jenseits deren er vielleicht in die äussere Vestibularisbahn der anderen Seite eintritt. In zwei oder drei Fällen sendet einer der Bifurkationsäste, bevor er sich longitudinal wendet, eine horizontale Collaterale aus, welche nach vorn umbiegt und sich zwischen den Zellen der Substantia reticularis grisea verliert (Fig. 18, *h*). Vielleicht sind dies diejenigen Fasern, welche Kölliker als Verbindungsstrang zwischen Deiters'schem Kern und oberer Olive beschreibt.

Innere Bahn. — Die Axencylinder einiger Zellen des Deiters'schen Kerns, vielleicht der grösseren, verlaufen nach innen, ziehen vorn um das Facialisknie herum, treten bald hinter den Abducenskern, bald durch denselben hindurch und spalten sich, nach Kreuzung der Raphe, im hinteren Längsbündel in einen auf- und einen absteigenden Ast. Die Bifurkation ist eine Yförmige, der aufsteigende Ast oft stärker als der absteigende; oft indess ist das Umgekehrte der Fall (Fig. 3, *N*). Einige wenige Fasern entbehren der Bifurkation, indem sie aufsteigen; nicht selten senden sie an der Stelle der Umbiegung eine horizontale, zwischen den Zellen des Abducenskerns verzweigte Collaterale aus.*)

*) Kürzlich beobachteten wir an vorzüglich gelungenen Präparaten des Bulbus neugeborener und wenige Tage alter Katzen ein bemerkenswerthes Verhalten des Deiters'schen Kerns. In der Umgebung einiger Zellen sieht man Endkörbe, ganz ähnlich den von mir in der Umgebung der Purkinje'schen Zellkörper entdeckten und denjenigen, welche wir in dieser Arbeit bei den Riesenzellen des rothen Kerns er-

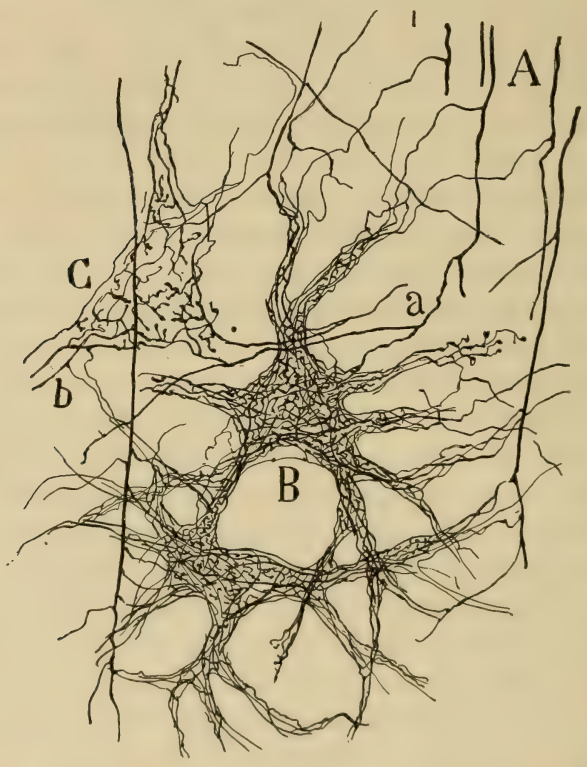
Haupt- oder Dorsalkern. — Dieser dreieckige Kern enthält zweierlei Elemente: Zellen und Endfasern des Vestibularis.

Die Zellen sind, wie aus Fig. 19, *B* ersichtlich, klein dreieckig,

---

wähnt haben. Die Entwickelung des pericellulären Plexus der Zellen des Deiters'schen Ganglions ist so deutlich ausgesprochen, dass derselbe den Zellkörper und die Protoplasmafortsätze vollständig umrahmt und letztere, wie der Epheu die Aeste des Baumes bis weit über die ersten dichotomischen Verzweigungen umkleidet. Wie aus

Fig. 19a.



Pericelluläre Endigungen der Collateralfasern des Vestibularis im Deiters'schen Kern. — Vier Tage alte Katze.

A, absteigender Ast des Vestibularis; *B*, die Nervenzelle umrahmendes Endnetz; *C*, Verzweigungen, an denen man die Endigungen der letzten Aestchen sieht; *a*, Collaterale, welche, in ein Netz eintretend, zu einem benachbarten Ramificationen sendet; *b*, eine andere Collaterale, welche Aeste an zwei Netze liefert.

spindel- oder sternförmig und in ein Geflecht von Nervenfortsatzverzweigungen eingebettet; ihre Protoplasmafortsätze sind zart und varikös, erreichen eine grosse Ausdehnung und theilen sich mehrfach dichotomisch; ihre zarten und varikösen Nervenfortsätze wenden sich nach vorn, um in die weisse Substanz einzutreten.

Das Endziel dieser Axencylinder (Fig. 20, *e*) schien uns in der Mehrzahl der Fälle die laterale Vestibularisbahn zu sein, wo sie sich mit den aus dem Deiters'schen Kern kommenden Fasern vereinigen. Ein gut Theil derselben kreuzt jedoch die Raphe und tritt vielleicht in die laterale Vestibularisbahn der entgegengesetzten Seite ein.

In diesem Kern vertheilen sich, wie wir schon früher sagten, zahlreiche Collateralen, hauptsächlich aus dem absteigenden Ast des Nervus vestibularis stammend. Wir fügen indess hinzu, dass in ihm Collateralen aus dem intraganglionären Verlauf der Axencylinder einiger weniger Zellen des Deiters'schen Ganglions enden. Was die von Held aufgezeichneten Collateralen des hinteren Längsbündels betrifft, so konnten wir dieselben niemals finden (Fig. 20, *r*).

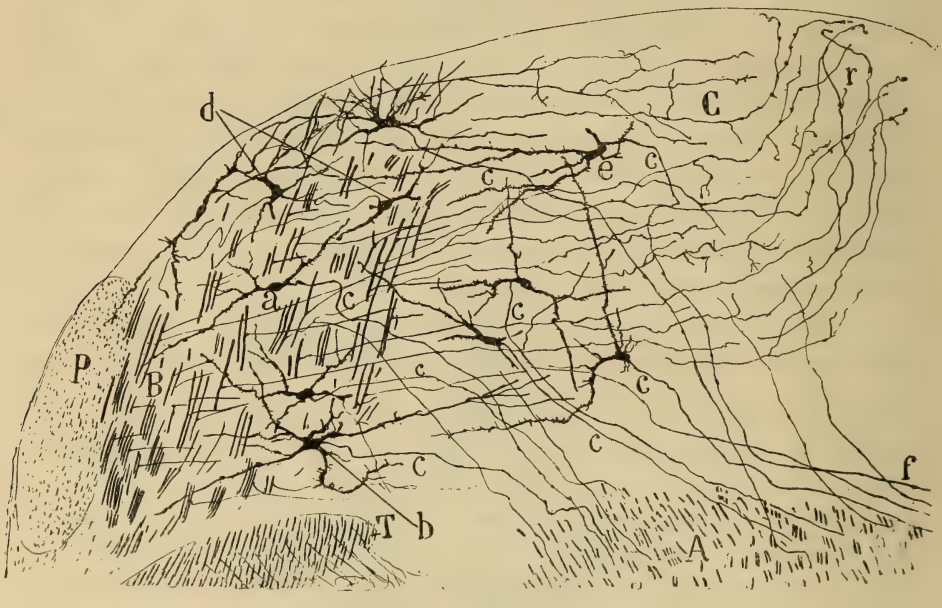
Absteigender Kern des Vestibularis. — Bei der Prüfung von Transversalschnitten, welche unterhalb der Ebene des Facialisknies ver-

---

Fig. 19a ersichtlich, sind die Aeste, welche in den Terminalplexus eintreten, sehr zahlreich und gehen aus den Collateralen des absteigenden Astes des Vestibularis hervor (Fig. 19a, *A*). Eine jede Collaterale vertheilt ihre Endästchen nicht nur in der Umgebung einer, sondern verschiedener Zellen, wie man bei *a* beobachtet. Diese Collateralen treten, nachdem sie sich unterwegs mannigfach dichotomisch gespalten haben, an einen Protoplasmafortsatz heran, verlaufen nach wiederholten Theilungen längs desselben und lösen sich, beim Zellkörper angelangt, in eine äusserst dichte, dem Protoplasma eng anliegende Verzweigung auf. Der pericelluläre Plexus ist so dicht, dass sich an einigen Stellen die Maschen kaum unterscheiden lassen. Um die Einzelheiten der pericellulären Verzweigungen genauer zu studiren, ist es nöthig, Endkörbe wie der bei *C* gezeichnete zu wählen, dessen Imprägnirung unvollkommen ist; man bemerkt hier, dass jeder Ast des Plexus zahlreiche kurze und stark variköse Zweiglein aussendet, welche mit einer Verdickung enden und dem Protoplasma dicht angefügt sind. Manchmal ziehen die Collateralen der Vestibularisfasern, nachdem sie Aestchen für einen Plexus abgegeben haben, zu einem anderen benachbarten, was diesen Endkörben das Aussehen einer anastomosirenden Anordnung verleiht. In jedem dieser Körbe enden Collateralfasern, welche aus verschiedenen absteigenden Aesten des Vestibularis stammen.

laufen, sieht man, dass der Deiters'sche Kern verschwunden ist und dass die acustischen Kerne durch zwei continuirliche graue Massen repräsentirt werden: eine innere, die einfache Verlängerung des Dorsalkerns, welche sich vom Boden des vierten Ventrikels bis zur terminalen grauen Substanz des Vagus-Glossopharyngeus erstreckt, und eine äussere, welche nach hinten von der absteigenden sensiblen Trigeminuswurzel liegt und dadurch charakterisirt ist, dass die Bündel der absteigenden

Fig. 20.



Schnitt durch den Bulbus unterhalb des Facialisknies. Maus von vier Tagen.

A, graue reticuläre Substanz, in welcher die centrale äussere Bahn des Vestibularis liegt; *B*, äussere Portion des absteigenden Vestibulariskerns; *C*, innere Portion desselben; *T*, sensible Trigeminuswurzel; *P*, Pedunculus cerebelli inferior; *a*, *b*, Zellen, deren Nervenfortsätze zur äusseren Vestibularisbahn verlaufen; *d*, Zellen, deren Nervenfortsatz nach aussen zieht; *e*, *f*, Axencylinder, die nach der Raphe ziehen. Der Buchstabe *c* bezeichnet Axencylinder.

Vestibulariswurzel durch den Schnitt mehr oder weniger schräg getroffen sind (Fig. 20, *B*).

Sowohl die Zellen der äusseren grauen Masse, wie die der inneren, haben das Aussehen der oben beim Hauptkern beschriebenen Zellen, d. h.

sie sind klein, spindelförmig oder dreieckig und mit langen und varikösen Fortsätzen versehen. Nichtsdestoweniger sieht man in der äusseren Masse einige grosse Zellen, die mit zahlreichen und mannigfach verzweigten Protoplasmafortsätzen versehen sind, welche an die Zellen des Deiters'schen Kerns erinnern.

Was die Nervenfortsätze anlangt, so verhalten sich dieselben in der Mehrzahl wie die des Hauptkerns; gleichwohl senden einige in der äusseren Masse gelegene Zellen (Fig. 20, *d*) ihren Nervenfortsatz nach aussen und hinten, wo er nach einer Umbiegung sich vertical wendet und mit den Faserbündeln des absteigenden Astes vermengt. Handelt es sich hier um eine absteigende Bahn für den Hinterstrang des Rückenmarks, etwa um das, was Monakow meinte, als er eine Verbindung des Deiters'schen Kerns mit dem Fasciculus cuneatus annahm? Wir können uns über diesen Punkt noch nicht mit Bestimmtheit aussprechen.

Die absteigende Vestibulariswurzel, sowie die graue Masse, welche sie begleitet, nehmen an Umfang beträchtlich ab im Niveau des Commissurenkerns des Vagus-Glossopharyngeus und enden schliesslich über dem Kern des Goll'schen Stranges. Die absteigenden Aeste, welche in der Nähe ihrer Endigung angelangt sind, haben erheblich an Umfang eingebüsst. Ihre Collateralen sind sehr dünn, kurz und wenig verzweigt; die Ursprungsstücke dieser Collateralen wenden sich nach innen und enden zwischen den Zellen des absteigenden Kerns, theils mittelst einfacher Spaltung in zwei variköse Aestchen, theils mittelst einer etwas reicheren, aber immerhin wenig ausgedehnten Verzweigung. Dies wenigstens ist die Anordnung bei der Maus; vielleicht erreicht diese Endverzweigung bei den höheren Säugethieren eine grössere Complication (Fig. 13, *G* und 16).

XI.

NERVUS COCHLEARIS UND ACUSTISCHE KERNE.

Die Endigung des Nervus cochlearis oder der Cochleariswurzel des Acusticus war während der letzten Jahre Gegenstand bedeutender Untersuchungen, hauptsächlich L. Sala's,[62]) H. Held's,[63]) A. Kölliker's[64])

und Martin's;[65]) diese Autoren haben sich vorzugsweise der Methode der Dunkelfärbung bedient. Von denjenigen Forschern, welche die älteren Methoden anwandten, seien genannt: Meynert,[66]) Bechterew,[67]) Forel[68]) und sein Schüler Onufrowicz,[69]) Baginski,[70]) Flechsig,[71]) Monakow,[72]) Bumm[73]) und Kirlizew;[74]) diesen Letzteren verdanken wir die Kenntniss der Verbindung zwischen den Cochlearisfasern und den ventralen und lateralen Kernen, sowie zahlreiche Daten über Ursprung, Verlauf und Endigung des Corpus trapezoides und ausserdem über die centralen acustischen Bahnen.

Aber trotz der gewonnenen Resultate sind die Meinungen der Gelehrten, wenn auch in Bezug auf die Hauptpunkte übereinstimmend, hinsichtlich einiger Fragen von untergeordneter Bedeutung noch getheilt und sogar einander gegenüberstehend. Eine neue Arbeit, welche in dem Masse, als sie gewisse, noch wenig bestätigte Ansichten bekräftigt, auf einige anatomische Hypothesen, welche unter der Feder bestimmter Autoren als Thatsachen hingestellt erscheinen, verzichtet, dürfte daher nicht unnütz sein.

Endigung des Nervus cochlearis. — Wie Held und Kölliker gezeigt haben, spalten sich die Fasern des Cochlearis bei ihrem Eintritt in das ventrale oder vordere Ganglion in einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast, von denen zahlreiche zwischen den Zellen mittelst freier Verzweigungen endigende Collateralen ausgehen. Nach Held bilden einige Aestchen der letzteren in der Umgebung der Zellen förmliche Körbe, wie diejenigen der Purkinje'schen Zellen.*)

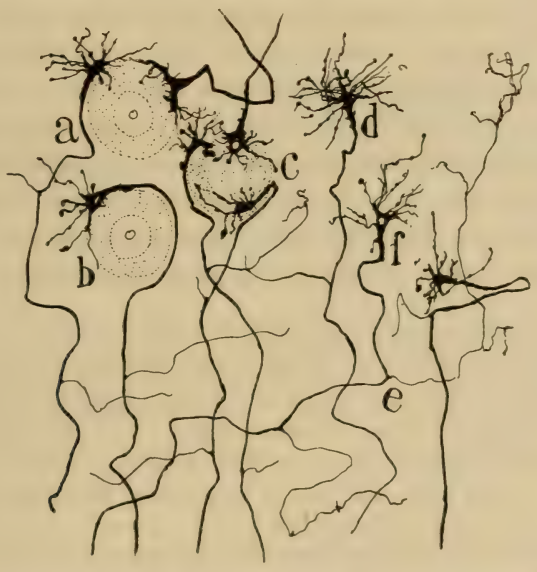
*) Diese von Held beschriebenen Endkörbe oder besser Endkolben beobachtet man nicht bei neugeborenen Mäusen, wahrscheinlich deshalb, weil sie noch nicht entwickelt sind; dagegen erscheinen sie sehr deutlich bei wenige Tage alten Hunden und Katzen. Die mit den erwähnten Erweiterungen endigenden Fasern sind bald Collateralen des Ursprungsstücks, bald Collateralen des aufsteigenden Bifurkationsastes, bald endlich Endästchen des letzteren. An gut imprägnirten Präparaten des Bulbus von acht Tage alten Katzen konnten wir bis drei Collateralen des Ursprungsstücks finden, welche mittelst der Held'schen Endkolben endeten. Während ihres äusserst gewundenen Verlaufs liefern die genannten Aestchen mannigfaltige feine Collateralen, welche mittelst freier und variköser Verzweigungen zu enden scheinen (Fig. 20a, *e*), werden, beim Endapparat angelangt, dicker und senden einige stachlige Fortsätze aus. Der Endapparat selbst bildet eine konische oder zuweilen dreieckige Anschwel-

Wir haben die Bifurkationen der Cochlearisfasern an neugeborenen Mäusen und Kaninchen fleissig studirt und dabei vorzugsweise sagittale, weit lateralwärts gelegene Schnitte durch den Bulbus benutzt, an denen

---

lung, aus deren Conturen bald kurze, bald lange Appendices entspringen, welche nach allen Richtungen hin ausstrahlen und oft mittelst eines kleinen Knötchens enden. Sein Aussehen gleicht in hohem Grade dem der moosartigen Anschwellungen im Kleinhirn und Ammonshorn; er schmiegt sich dem Körper der Zellen des ventralen Ganglions an, die er häufig halbkreisförmig umgiebt (Fig. 20a, *b*). Manchmal zeigt der Endapparat ein Loch oder einen Ausschnitt, in welchen sich wahrscheinlich das

Fig. 20a.



Details der Endigungsweise der Fasern des Cochlearis im Ventralganglion. — Neugeborene Katze.

a, mit einem konischen Kolben endigende Faser; *b*, Faser, welche eine Zelle umzieht; *c*, drei Endkolben, welche sich mit einer Zelle in Contact setzen; *e*, dünne Collaterale einer Endkolbenfaser; *f*, Endkolben mit einem Loch oder Ausschnitt in seinem Endtheile; *d*, sternförmiger Endkolben.

Anfangsstück eines Protoplasmafortsatzes einfügt. Jede Zelle steht mit zwei oder sogar drei Endkolben in Verbindung (Fig. 20a, *c*). Was die aus der Contur der letzteren entspringenden Fäden anlangt, so scheinen sie dazu bestimmt, mit anderen Zellen in Contact zu treten. Uebrigens existiren solche Anschwellungen, wenn auch viel zarter und ohne Appendices, auch im Bulbus der Vögel in einem besonderen, im Boden

man man mit Leichtigkeit die aus der Spaltung hervorgehenden Aeste verfolgen kann.

Man bemerkt alsbald, dass die Cochlearisfasern sich innerhalb des ventralen Kerns in verschiedenen Ebenen spalten und dass der aufsteigende und absteigende Ast fast dasselbe Kaliber haben; nur ausnahmsweise sind einige aufsteigende Aeste dünner als die absteigenden und umgekehrt (Fig. 21, *A*).

Der aufsteigende Ast ist kurz, wendet sich nach oben und hinten und endet in der Höhe des ventralen Kerns, nachdem er zahlreiche fast im rechten Winkel entspringende Collateralen abgegeben hat. Der absteigende Ast ist viel länger, nach unten und hinten gerichtet, zieht, nachdem er zahlreiche Collateralen nach dem ventralen Kern ausgesandt hat, um den Pedunculus cerebelli inferior herum und tritt in den Schwanz oder den hinteren Fortsatz des genannten Kerns und in das Tuberculum acusticum ein. Bei der Maus bildet die Vereinigung aller dieser absteigenden Fasern ein krummliniges, zusammengedrängtes Bündel, welches durch die Convergenz ursprünglich getrennter Fasern entsteht und sich bis in den hintersten Theil des Tuberculum acusticum und des ventralen Kerns verfolgen lässt. Die Endigung dieser absteigenden Fasern findet

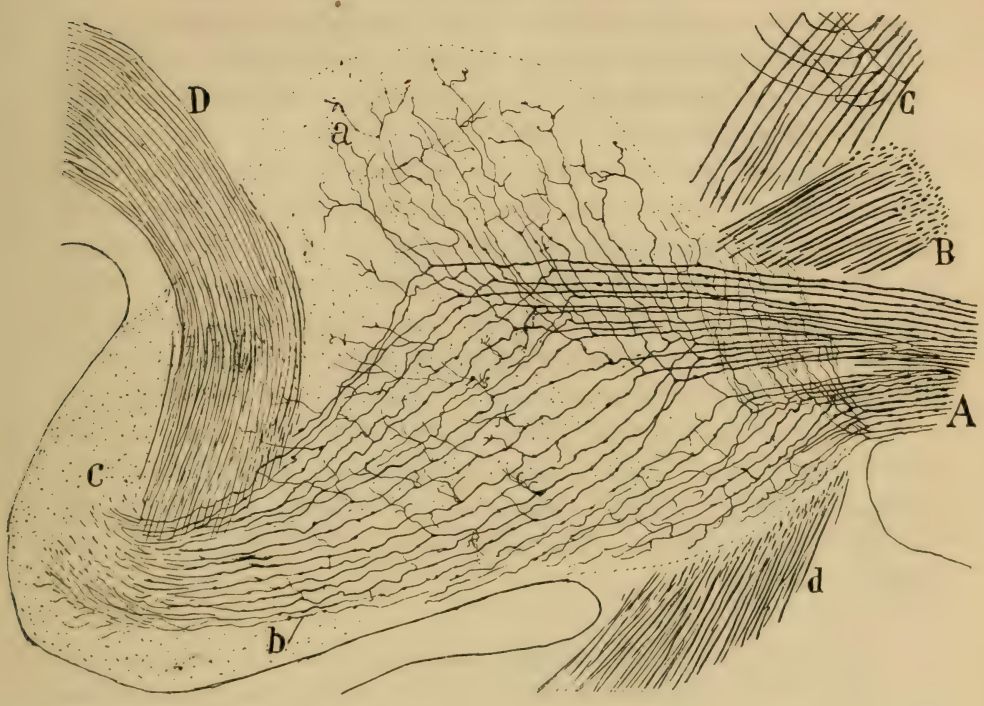
---

des vierten Ventrikels gelegenen, von sphärischen Zellen gebildeten Ganglion, welches Brandis, vielleicht mit Recht, als ein Homologon des Ventralganglions der Säuger betrachtet. Es ist zu bemerken, dass die Cochlearisfasern der Vögel, ausser den kleinen Anschwellungen für das ventrale Ganglion, fein verzweigte Collateralen in einen benachbarten Zellherd senden, der nach Brandis ein Homologon der oberen Olive darstellt. Wenn diese von Brandis aufgestellten Homologien sich bestätigen (und ich selbst neige gegenwärtig der Ansicht dieses Autors zu, während ich ursprünglich diese Ganglien für vom Vestibularis abhängig erachtete), so werden wir an den Vögeln ein ausgezeichnetes Object für das Studium der Beziehungen des Ventralganglions zur Olive haben, vorausgesetzt, dass beide Herde in enger Verbindung stehen. Es wird sich ausserdem die Behauptung Oseretzkowsky's (Beiträge zur Frage vom centralen Verlauf der Gehörnerven, Arch. f. mikr. Anat., Bd. 45, 1895) bewahrheiten, welcher versichert, dass bei den Säugern die Striae medullares directe Fasern des Cochlearis enthalten, welche, nachdem sie um den Pedunculus cerebelli inferior herumgezogen sind, in der oberen Olive enden sollen. Wir müssen jedoch erwähnen, dass wir bei der neugeborenen Maus diese directe Verbindung zwischen Cochlearis und Olive nicht constatiren konnten; wenn sie existirt, vollzieht sie sich wahrscheinlich vermittelst der Verlängerung der absteigenden Bifurkationsäste der Cochlearisfasern.

ebenfalls mittelst verzweigter Collateralen statt, welche das Ursprungsstück schliesslich bis auf ein kleines Aestchen, das seinerseits wie eine Collaterale sich verzweigt, reduciren.

Einige Cochlearisfasern senden, wie Held beobachtet hat, vor ihrer

Fig. 21.



Sagittaler, stark seitlicher Schnitt durch den Bulbus eines Mäusefoetus.

A, N. cochlearis; *B*, N. vestibularis; *C*, sensible Trigeminuswurzel; *D*, Pedunculus cerebelli inferior; *a*, aufsteigender Ast des Cochlearis; *b*, absteigender Ast; *c*, Bündel der absteigenden Aeste, welches in den Schwanz des ventralen Kerns und das Tuberculum acusticum eintritt; *d*, absteigender Ast der sensiblen Trigeminuswurzel, tangential geschnitten.

Bifurkation eine Collaterale aus; dieselbe zieht jedoch nicht zum Corpus trapezoides, sondern verzweigt sich im ventralen Kern.

Ventraler Kern des Acusticus. Man kann an demselben zwei Regionen unterscheiden: vordere Region oder Kopf und hintere Region oder Schwanz.

Die vordere Region enthält ausser derben Bündeln von Cochlearisfasern grosse, mehr oder weniger sphärische Zellen, deren Reichthum an Protoplasmafortsätzen zunimmt, je weiter nach hinten die genannten Zellen liegen. Dieser Umstand ist von L. Sala beobachtet worden, welcher ausserdem behauptet, dass die weiter nach vorn gelegenen Zellen des ventralen Kerns der Protoplasmafortsätze entbehren. Beim Kaninchen, bei der Katze und der Maus fehlen diese Fortsätze nie, indess lässt sich erkennen, dass es sphärische Zellen giebt, welche mit einem oder zwei sehr kurzen, mit unregelmässigen Auswüchsen endigenden Protoplasmafortsätzen versehen sind (Fig. 22, *A*). Häufiger sind die sphärischen oder ovoiden Zellen, welche mit zwei sehr langen Protoplasmafortsätzen behaftet sind oder mit einem Protoplasmafortsatzstück, das sich spaltet, um auf weite Entfernung vertheilte Fortsätze zu erzeugen. In jedem Fall verzweigen sich diese Fortsätze erst an ihrem Ende, ähnlich den nackten Protoplasmaästen der mitraförmigen Zellen des Bulbus olfactorius; die Endverzweigung ist mannigfaltig und complicirt und die sie bildenden Aestchen sind gewunden und büschelförmig.

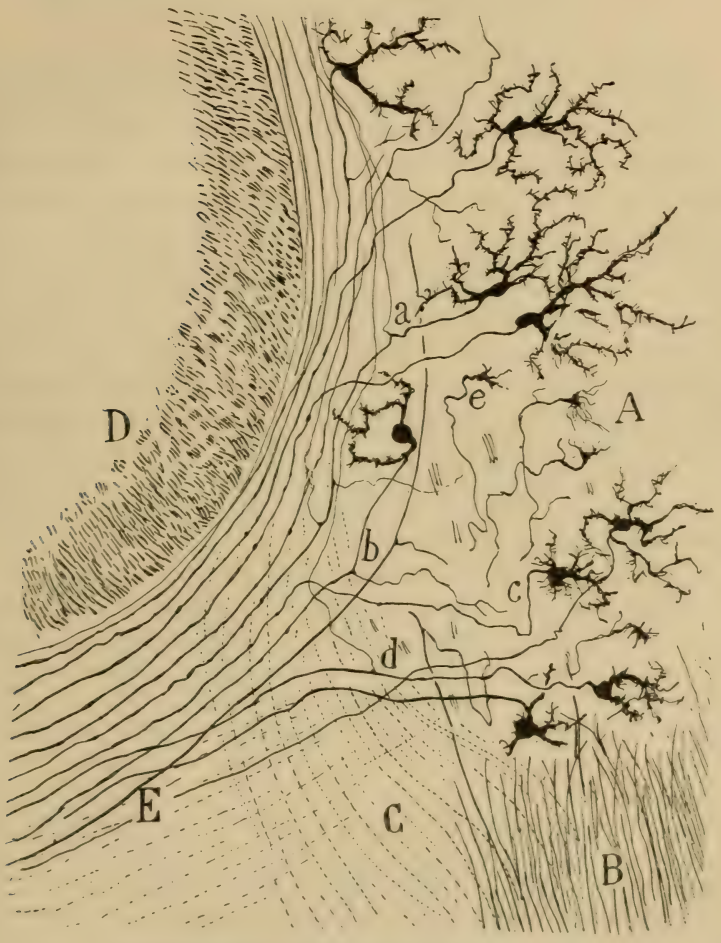
Der Axencylinder aller dieser Zellen zieht nach vorn, um das Corpus trapezoides zu bilden; zuweilen geht er aus einem glatten Protoplasmaast hervor in grosser Entfernung von der Zelle, was, wie Martin bemerkt hat, die scheinbar **T**-förmige, von L. Sala beschriebene Theilung erklären würde.*)

---

*) Wenn es gelingt, bei der neugeborenen Katze die Nervenfortsätze der Zellen der vorderen Portion des Ventralganglions genügend zu imprägniren, so bemerkt man, dass sie nach innen und vorn gerichtet sind und nach einigen Windungen alsbald in das Corpus trapezoides eintreten, in welchem sie sich zuweilen bis in die Nähe der oberen Olive verfolgen lassen (Fig. 21a, *c*); gewöhnlich giebt dieser Nervenfortsatz während seines intraganglionären Verlaufs keine Collaterale ab. Indess bei einigen Zellen, mindestens beim dritten Theil der Zellen der vorderen Portion des Ventralganglions liefert der Axencylinder eine oder zwei, zuweilen auch drei Collateralen, welche sich in mehr oder weniger entfernten Partien des Kerns selbst verzweigen. Bei den Axencylindern, welche aus etwas weiter rückwärts gelegenen Zellen entspringen, wendet sich die Collaterale nach aussen und vorn (Fig. 21a, *b*) und vertheilt sich zwischen den weiter vorn gelegenen Zellen; bei den Axencylindern dagegen, welche aus mittleren oder anterioren Zellen entspringen, wendet sich die Collaterale nach hinten, zieht in gerader Linie zwischen den Nervenfasern der inneren

Die Schwanzregion enthält ebenfalls voluminöse, aber unregelmässigere Zellen, die vor allem mit zahlreichen und kräftigen Protoplasmafortsätzen versehen sind, was ihnen ein sternförmiges Aussehen verleiht. Es fehlen

Fig. 21a.



Acustisches Ventralganglion der neugeborenen Katze.

A, Vordere Portion desselben; *B*, Bündel des Cochlearis; *C*, Vestibularis; *D*, absteigende Trigeminuswurzel; *E*, Corpus trapezoides; *a*, Axencylinder mit nach hinten gerichteter Collaterale; *b*, Axencylinder mit einer Collaterale für die vordere Portion des Ventralganglions; *c*, nicht verzweigter Axencylinder, welcher direct ins Corpus trapezoides zieht; *d*, eine andere nach hinten ziehende Collaterale; *e*, Endkolben des Cochlearis.

indess nicht spindel- und birnenförmige Zellen, bei welchen die ganze Protoplasmaverzweigung aus einem einzigen Fortsatz hervorgeht. Diese Fortsätze sind ebenfalls während ihres langen Verlaufs glatt und enden mittelst variköser und büschelförmiger Aestchen, welche sich im inneren Theil, dicht am Pedunculus cerebelli inferior zu häufen neigen.

Fläche des Ventralganglions hindurch, in der Nähe des absteigenden Trigeminusastes, und begiebt sich nach einem antero-posterioren, oft sehr langen Verlauf in aufsteigende Richtung, indem sie sich bald im Schwanz, bald in der hinteren Portion des Ganglionkopfs verzweigt (Fig. 21a, *a*). Manchmal ändert sich da, wo die Collaterale sich abzweigt, die ursprüngliche Richtung des Axencylinders, wodurch die Spaltung T- oder Y-Form erhält; zuweilen schliesslich sind die beiden Aeste fast gleich stark, was ohne Zweifel auch von Sala beobachtet worden ist und ihn auf die Vermuthung gebracht hat, dass die vorderen Zellen des Ventralganglions Homologa der sensiblen Zellen der Spinalganglien sind. Diese Interpretation Sala's beruht jedoch auf einem Irrthum, da es in keinem Falle gelingt, die Fortsetzung eines der Bifurkationsäste in eine Faser des Cochlearis zu verfolgen; dagegen beobachtet man mit ganzer Deutlichkeit den Verlauf des Hauptastes, bezw. der eigentlichen Fortsetzung des Axencylinders zwischen den Fasern des Corpus trapezoides, wie dies auch Sala und Held gesehen zu haben scheinen. Ebenso wenig vermochten wir jemals die sonderbaren transversalen Anastomosen zu finden, von denen Sala berichtet und welche je zwei Axencylinder der Zellen des Ventralganglions verbinden sollen.

Die Existenz der erwähnten Collateralen, welche in Fig. 21a zu sehen sind, ist eine interessante Thatsache, welche einen schon an anderer Stelle in dieser Arbeit ausgesprochenen Gedanken bestätigt, nämlich dass die sensiblen oder sensorischen Neurone zweiter Ordnung nicht besondere und unabhängige Bahnen bilden, sondern die Hauptwege, auf welchen die durch die directen sensiblen Fasern aufgenommene Erregung sich fortpflanzt; ein Theil dieser Bewegung wird durch die erwähnten Collateralen auch auf andere Zellen und daher auf andere in demselben Ganglion entspringende Bahnen übertragen, wie wenn die Natur für den Fall einer Unterbrechung der Hauptbahn, die Möglichkeit der Leitung in anderen parallelen Bahnen hätte vorsehen wollen. Es ist auch wahrscheinlich, dass unter gewöhnlichen Bedingungen diese accessorischen Bahnen eine Rolle spielen; vielleicht findet, wenn die empfangene Erregung schwach ist, die Leitung in der Hauptbahn statt, und nehmen, wenn sie kräftig ist, sowohl diese wie die Collateralbahnen daran theil. Eine andere wichtige Schlussfolgerung, zu welcher wir bereits bei Erwähnung der Zellen der Substantia gelatinosa des Trigeminus, der Purkinje'schen, motorischen u. s. w. Zellen gelangt sind, ist die, dass die Collateralen des Axencylinders, wenigstens diejenigen, welche derselbe inmitten grauer Substanz abgiebt, immer einen Contact mit Zellen gleicher physiologischer Bedeutung herstellen. Eine analoge Thatsache ist kürzlich von Len-

Bei denjenigen Zellen, welche zwischen den beiden Regionen des ventralen Kerns, d. h. gegenüber dem Raum gelegen sind, welcher die absteigende Wurzel des Trigeminus und das Corpus restiforme trennt, ziehen die im allgemeinen recht langen und kräftigen Protoplasmafortsätze oft theils nach hinten, theils nach vorn.

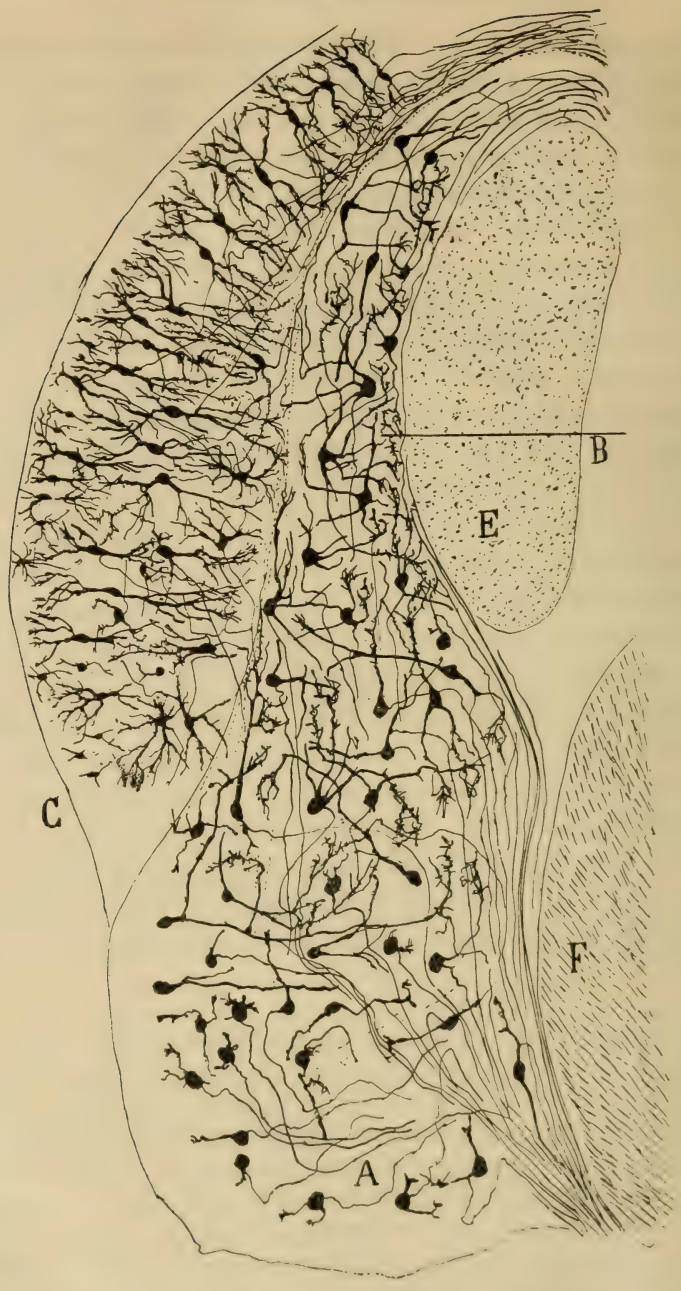
Der Axencylinder der Zellen der Schwanzregion zieht ebenfalls zum Corpus trapezoides; indess, wie Held gezeigt hat, verläuft er nicht immer direct nach vorn, sondern zuerst längs des äusseren Randes des Pedunculus inferior, umgiebt schleifenförmig den hinteren Theil desselben, wendet sich nach innen und vorn und tritt bald nach aussen, bald nach innen von den Fasern des absteigenden Trigeminusastes in das Corpus trapezoides ein. Bei Fig. 3, *c* zeichneten wir einige dieser Fasern, so wie sie sich bei einige Tagen alten Mäusen zeigten. Man wird bemerken, dass einige von ihnen während ihres Verlaufes durch den terminalen Herd des Vestibularis eine oder zwei im Deiters'schen Kern verzweigte Collateralen aussenden. In einem Falle spaltete sich die Faser am hinteren Rande der Trigeminuswurzel angelangt, zweifelsohne, um zwei Fibrillen des Corpus trapezoides zu erzeugen (Fig. 3).

Ausser den Cochlearisfasern enden im ventralen Kern auch, wie Held und Kölliker angegeben haben, zahlreiche aus dem Corpus trapezoides kommende und vielleicht in dem vorderen Kern der anderen Seite entsprungene Fasern. Dieselben bilden eine tiefe oder innere Schicht des ventralen Kerns und enden zwischen den Zellen desselben mit freien, äusserst varikösen Verzweigungen. Es ist interessant zu beobachten, dass diese Fasern im Anfang ihres Verlaufs, d. h. während

---

hossek in Verbindung mit den Wurzelzellen der Medulla spinalis erwähnt worden. (Der feinere Bau des Nervensystems etc., 1895.) Zum Schluss wollen wir noch eines Details der Structur der Zellen des Ventralganglions Erwähnung thun. Wenn diese Zellen in Sublimat fixirt und mittelst der Nissl'schen Methode gefärbt werden, bieten sie ein Protoplasmanetz von ausserordentlicher Deutlichkeit. Es besteht aus polygonalen Maschen und die Trabekeln sind fast gleichmässig mit der Farbsubstanz imprägniert; nur in einigen Punkten bemerkt man kleine Nissl'sche Klümpchen. Rücksichtlich der Deutlichkeit dieser Netze lassen sich nur die grossen, spindelförmigen Zellen der inneren, oberen, accessorischen Olive mit den Zellen des Ventralganglions vergleichen.

Fig. 22.



Terminale acustische Kerne eines vier Tage alten Kaninchens.

A, ventraler Kern (oder Ventralganglion); *B*, Schwanz desselben; *C*, Tuberculum acusticum oder lateraler Kern; *E*, Pedunculus cerebelli inferior; *F*, sensible absteigende Trigeminuswurzel.

sie zwischen den sphärischen, an Fortsätzen armen Zellen dahinziehen, sich nicht dichotomisch spalten, sondern sich darauf beschränken, kurze stachelförmige, mehr oder weniger gekrümmte, wenig oder gar nicht verzweigte und mittelst einer derben Varicosität endigende Collateralen aussenden. Diese Anordnung wenigstens findet bei neugeborenen oder wenige Tage alten Mäusen statt, bei welchen die Vereinigung dieser kurzen Collateralen einen ziemlich reichen pericellulären Plexus erzeugt, der sich, je näher dem Schwanz des vorderen Kerns, wo die Verzweigungen der Anfangsstücke liegen, desto mehr complicirt.

Tuberculum acusticum oder lateraler Kern. — Unsere Beobachtungen über diesen Herd stimmen vollständig mit denjenigen L. Sala's, Kölliker's und Held's überein. Wie man in Fig. 22, *C* sieht, wird dieser Kern gebildet durch verschiedene Lagen verlängerter, eiförmiger, spindelförmiger oder dreieckiger Zellen, welche von aussen nach innen gerichtet und mit zwei radiären Fortsätzen versehen sind, welche mittelst eines Büschels variköser, verwickelter und deutlich stachliger Verzweigungen enden.

Der Axencylinder der Zellen des Tuberculum acusticum bildet nach Held und Kölliker zwei centrale acustische Bahnen, eine vordere für das Corpus trapezoides bestimmte und eine hintere, den sogenannten Striae acusticae entsprechende. Der Beschreibung dieser beiden Forscher, mit denen wir uns hier in Uebereinstimmung befinden, vermögen wir nichts hinzuzufügen; nur wollen wir angeben, dass die Fasern der Striae acusticae vor ihrem Austritt aus dem hinteren Ende des Tuberculum acusticum an dieses verschiedene ramificirte Collateralen abgeben, von denen einige eine rückläufige Richtung einschlagen.

Obere Olive. — Sie enthält bei der Maus kleine, sternförmige Zellen, welche mit divergirenden und mit Stacheln und Büscheln besetzten Fortsätzen versehen sind. Dieses von Held angegebene Verhältniss findet sich auch bei Kaninchen und Katzen. In der hinteren Umgebung der Olive bemerkt man spindelförmige, gekrümmte und weniger reichlich verzweigte Zellen. Im Allgemeinen wenden sich die Protoplasmafortsätze vorzugsweise bald nach vorn, bald nach hinten und erscheinen fast quer gekreuzt durch die Collateralen und Endfasern des Corpus trapezoides (Fig. 3, *b* und 23, *A*).

Der Axencylinder ist äusserst schwer zu verfolgen in Folge seines verwickelten Verlaufs durch die Olive; sogar bei der neugeborenen Maus sind selten Olivenzellen anzutreffen, deren Axencylinder bis ausserhalb des Ganglions sich verfolgen liesse. Nach Held, der keinen derselben in seiner vollständigen Ausdehnung aufzeichnet, sollen die Axencylinder theils zum Corpus trapezoides, indess in der Richtung der Raphe, theils zum vorderen Acusticuskern, theils endlich zum Stiel der Olive ziehen, um im Ursprungskern des Abducens zu enden.

In unseren Präparaten aus dem Mäusebulbus zeigten die Axencylinder der Olivenzellen, deren Imprägnirung vollständig gelungen war, drei Hauptrichtungen: 1. gewisse Nervenfortsätze, vielleicht die Mehrzahl wenden sich nach Abgabe einer zwischen den Olivenzellen verzweigten Collaterale nach hinten, und bei der Substantia postolivaris angelangt, ziehen sie vertical und bilden theils durch Knickung, theils durch Bifurkation eine bulbäre acustische Bahn, welche sich in den Lemniscus lateralis fortsetzt; 2. andere Axencylinder beschreiben innerhalb der Olive eine grosse Curve und im vorderen äusseren Theil derselben angelangt, treten sie in das Corpus trapezoides, wo sie bis dicht in die Nähe des ventralen Acusticuskerns verfolgt wurden; 3. in verschiedenen Fällen endlich (Fig. 23, *J*, *h*) wenden sich diese Fortsätze in complicirtem Verlauf nach vorn und innen und ziehen quer nach unten oder in das Geflecht des Nucleus praeolivaris, sich mit den Fasern des Corpus trapezoides vermischend. Nur in einem Falle sahen wir den Axencylinder (Fig. 23, *I*), wie Held angiebt, nach dem Abducenskern zu gerichtet, ohne dass wir seinen Eintritt in die Zellen dieses motorischen Herds beobachten konnten. In einem anderen Falle spaltete sich der Axencylinder mitten in der Olive und erzeugte einen verticalen Ast, der sich nicht weiter verfolgen liess, und einen absteigenden, welcher sich in eine Faser der weissen postolivären Substanz fortsetzte.

Zwischen den Zellen der Olive existirt ein sehr dichtes Geflecht, bestehend 1. aus Collateralen der Nervenfortsätze der Olivenzellen; 2. aus Collateralen der benachbarten weissen Substanz; 3. und hauptsächlich aus den unzähligen Collateralästen, welche aus den Fasern des Corpus trapezoides stammen. Die ausgezeichnete Beschreibung, welche

Kölliker und Held von den letzteren gaben, überhebt uns der Mühe, hierauf näher einzugehen.

Nucleus praeolivaris. — So bezeichnen wir einen beträchtlichen, vor der oberen Olive und nach aussen vom Kern des Corpus trapezoides gelegenen Zellhaufen (Fig. 23, *B*). Diese Zellen, welche von den Autoren zu den Zellen des Kerns des Corpus trapezoides gerechnet werden, verdienen wegen ihrer speciellen Eigenthümlichkeiten und wegen ihrer relativen Absonderung von den übrigen centralen acustischen Herden als besondere Gruppe behandelt zu werden.*)

Diese Zellen sind im Allgemeinen grösser als diejenigen des Kerns des Corpus trapezoides, von denen sie sich auch durch die dreieckige oder spindelförmige Gestalt unterscheiden. Ihre Protoplasmafortsätze sind kräftig, lang und mehrfach dichotomisch gespalten.

Der Axencylinder ist bei vielen dieser Zellen ein deutlich absteigender (Fig. 23, *e*); er kreuzt die Fasern des Corpus trapezoides, nicht ohne zuweilen Collateralen an die benachbarten Zellen abzugeben, und tritt schliesslich in die darunter liegende weisse Substanz, wo er sich in eine longitudinale Faser des Lemniscus externus fortsetzt. Die Fortsetzung findet theils mittelst Umbiegung in eine aufsteigende Faser statt, theils mittelst Bifurkation, wobei ein aufsteigender und ein absteigender Ast entsteht.

Nachdem wir wiederholt diese Axencylinder bis in die Gegend der zwischen Olive und Trapezkern gelegenen weissen Substanz verfolgt haben, können wir mit Bestimmtheit behaupten, dass dieser Theil der weissen Substanz der Brücke die centrale Bahn des Nucleus praeolivaris repräsentirt. Diese Bahn setzt sich oberhalb der Olive in den inneren Theil des Lemniscus lateralis fort. In Fig. 23, *a*, *a* demonstriren wir einige dieser Axencylinder aus Präparaten einer neugeborenen Maus, wo dieselben leicht zu verfolgen sind. Beim neugeborenen Kaninchen ist

*) Bei der Katze ist der Nucleus praeolivaris (man könnte ihn zum Unterschiede von einem anderen bald zu besprechenden als N. praeolivaris internus bezeichnen) viel weniger entwickelt als bei der Maus und dem Kaninchen und besteht aus einer Gruppe sternförmiger Zellen, welche nach vorn und ein wenig nach innen von der Oliva superior accessoria interna gelegen ist; nach innen grenzt dieser Kern, jedoch ohne eine genaue Trennung, an denjenigen des Corpus trapezoides.

der Verlauf der Nervenfortsätze des Nucleus praeolivaris viel verwickelter; indess bestätigte es sich auch hier, dass sie nach Abgabe einiger im Kern verzweigter Collateralen sich in die benachbarte weisse Substanz begeben.

Fig. 23.

Querschnitt durch die Gegend des Corpus trapezoides bei einer neugeborenen Maus.

A, obere Olive; *B*, Nucleus praeolivaris; *C*, Kern des Corpus trapezoides; *D*, quer geschnittene Pyramide; *E*, centrale acustische Bahn oder Ursprung des Lemniscus externus, wo die Trapezoidesfasern sich vertical wenden; *a*, Zelle des Trapezoideskerns, dessen Axencylinder Collateralen für diesen Kern und für den Nucleus praeolivaris abgiebt; *b*, eine andere analoge Faser, welche sich spaltet; *c*, Collaterale einer anderen derartigen Faser für den Nucleus praeolivaris; *d*, Zelle des Nucleus praeolivaris, deren Fortsatz nach aussen zu gehen scheint; *e*, Zellen, deren Fortsatz zur weissen Substanz zieht, um eine aufsteigende centrale Bahn zu bilden (*a*, *a*, *a*); *f*, *m*, *j*, Zellen der Olive; *n*, Facialis.

Wir wollen auch erwähnen, dass einige wenige Zellen des Nucleus praeolivaris ihre Axencylinder in den äusseren Theil senden, indem sie sich dem Corpus trapezoides einverleiben und nach aussen von der

Olive verlaufen (Fig. 23, *d*). Diese Fasern repräsentiren vielleicht eine Associationsbahn zwischen dem Nucleus praeolivaris und den acustischen Kernen.

In einem Fall spaltete sich der Axencylinder einer Zelle jenes Kerns, bevor er in die weisse Substanz trat. Der eine Ast drang in die Olive, wo er eine Collaterale auszusenden schien, der andere, dünnere trat in die unten und innen von der Olive gelegene weisse Substanz.

Die centrale Bahn des Nucleus praeolivaris scheint weder von Held, noch von Kölliker gesehen worden zu sein. Ersterer reproducirt gleichwohl eine in der unserm Nucleus praeolivaris entsprechenden Gegend gelegene Zelle, deren Nervenfortsatz bis zum Stiel der Olive hinabsteigt, d. h. bis zu dem Bündel, welches Held als mit dem Abducenskern in Verbindung stehend erachtet. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass diese Faser der centralen Bahn des Nucleus praeolivaris entspricht; da jedoch Held dieselbe nicht genügend weit verfolgt hat, ist die eigentliche Endigung nicht festgestellt worden. In gleicher Weise hat Held manchen Axencylinder von denjenigen, welche nach aussen ziehen, beobachtet, ebenfalls ohne das Ziel desselben präcisirt zu haben.

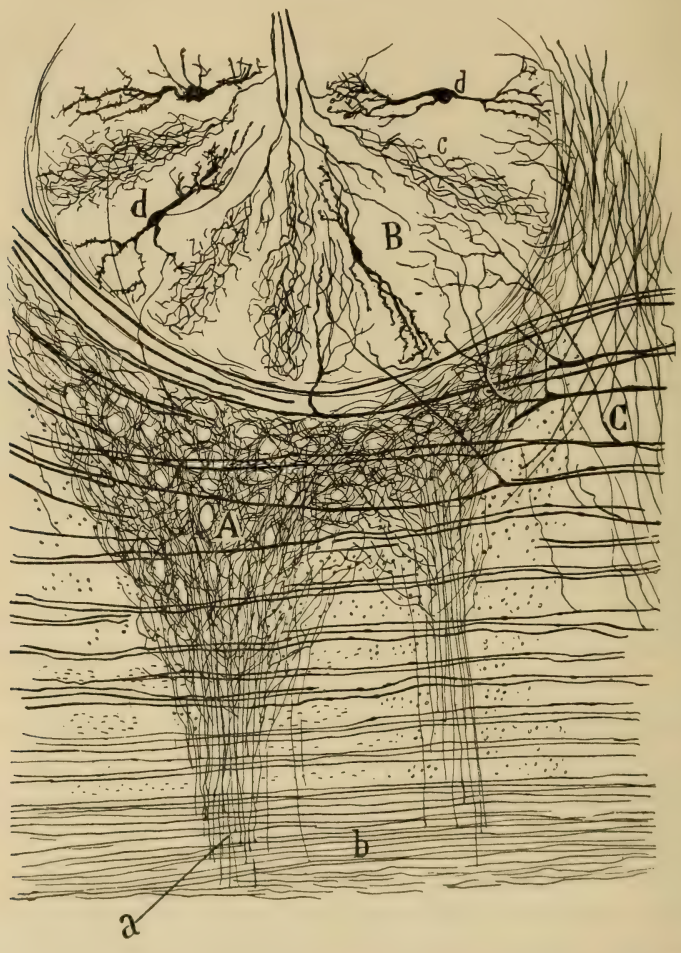
Der Nucleus praeolivaris wird quer durchzogen von den Fasern des Corpus trapezoides, welche ihm eine Unzahl zwischen seinen Zellen vertheilter Collateralen überlassen. Die weiter vorn und seitlich gelegenen Zellen bilden jedoch beim Kaninchen einen besonderen Knoten, charakterisirt durch die Verwicklung und das Zusammengedrängtsein des Plexus von Collateralen, welche aus dem Corpus trapezoides kommen.

Schliesslich (und dies ist eine Eigenthümlichkeit, welche ihn gänzlich von dem Kern des Corpus trapezoides trennt) entbehrt der Nucleus praeolivaris der blumenkelch- oder korbähnlichen charakteristischen Endigungen des Kerns des Corpus trapezoides.

Nucleus semilunaris sive praeolivaris externus. — Eingehende, bei neugeborenen Mäusen, Kaninchen und Katzen vorgenommene Untersuchungen haben uns zu der Annahme eines ganz neuen acustischen Herdes geführt, welchen wir, weil er nach vorn von der Convexität der oberen Olive, um welche er herumzieht, gelegen ist, Nucleus semilunaris oder praeolivaris externus nennen (Fig. 23a, *A*). Die Grenzen dieses Kerns sind hinreichend präcis; nach hinten grenzt er an die convexe

Portion der oberen Olive, nach vorn bildet er eine oder zwei Ecken, welche in bestimmte, aus der oberflächlichen Portion des Corpus trapezoides kommende Collateralbündel convergiren.

Fig. 23a.



Nucleus semilunaris oder praeolivaris externus des Bulbus einer neugeborenen Katze.

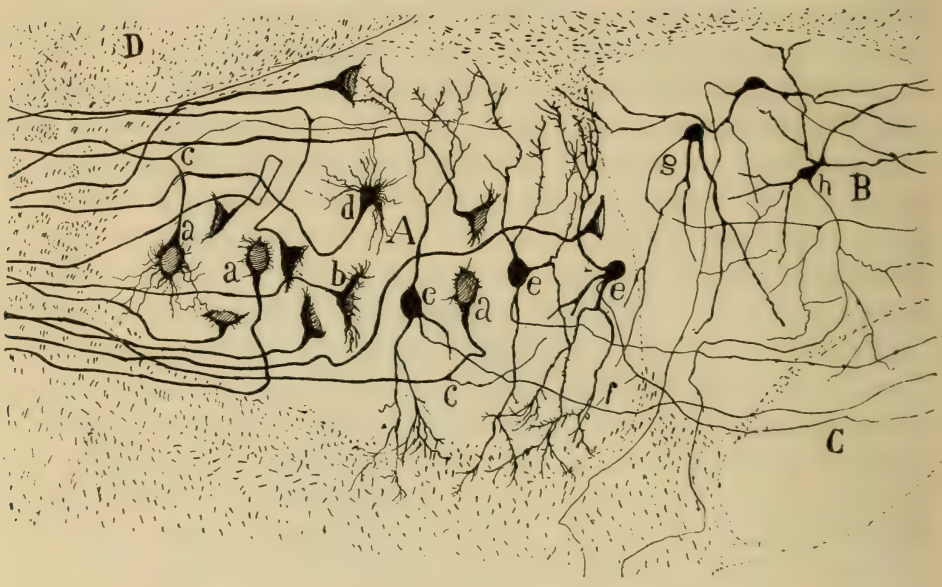
A, Hauptportion des Nucleus semilunaris; *B*, obere Olive; *C*, derbe in der Olive endigende Collateralfasern; *a*, Bündel sehr feiner Collateralen, welche zum Nucleus semilunaris ziehen; *b*, dünne, oberflächliche Fasern des Corpus trapezoides; *c*, Nervenverzweigungen der Olive; *d*, Spindelzellen der Olive, deren Axencylinder in den hinteren Hilus eintritt.

Die Zellen des halbmondförmigen Herdes sind sternförmig, dreieckig oder spindelförmig und erscheinen durch Zwischenräume getrennt, in welchen sich eine Unzahl von Collateralen verzweigt. Die in den vorderen winkelförmigen Vorsprüngen gelegenen Zellen senden ihre Protoplasmafortsätze nach vorn in das Geflecht der Collateralbündel selbst, die tiefer gelegenen Zellen erstrecken sich in fast transversaler Richtung, häufig die Curve der Olive umrahmend. Die Protoplasmafortsätze, sehr verzweigt und stachlig, treten nie aus dem Kern selbst heraus. Der Axencylinder liess sich nur an zwei Zellen verfolgen; er verlief nach aussen und bildete eine Faser des Corpus trapezoides.

Was diesen Kern charakterisirt und ihn mit Bestimmtheit an Golgi- und Weigertpräparaten unterscheiden lässt, ist der Umstand, dass sich in seiner Masse ein, zwei oder mehr Collateralbündelchen von so ausserordentlicher Zartheit verzweigen, dass sie ohne Zweifel die feinsten, die das Centralnervensystem überhaupt bietet, darstellen (Fig. 23a, *a*). Gewöhnlich sind es zwei Bündel, von denen das äussere stärker zu sein pflegt als das innere; sie entspringen im rechten Winkel aus den mehr oberflächlich gelegenen (gleichzeitig auch zarteren) Nervenfasern des Corpus trapezoides; ihre Fasern vertheilen sich theils im Innern, theils in den Appendices des Kerns und bilden zwischen den Zellen desselben einen so zarten und dichten Plexus von varikösen Endverzweigungen, dass man sie nur mittelst des stärksten Objectivs sehen kann. Die letzten Verzweigungen, welche, weil sehr zart, nicht schwarz, sondern gelb erscheinen, gleichen Fäden von kleinen Perlen. Wie aus Fig. 23a, *A* ersichtlich, befinden sich inmitten dieses äusserst complicirten Plexus die den Nervenzellen entsprechenden Löcher. Ausserdem sind diese geradlinigen Bündel von Collateralen an Weigert-Pal'schen Präparaten sichtbar und von Kölliker demonstrirt worden; indess betrachtet sie dieser Forscher irrthümlicher Weise als für die obere Olive bestimmte Collateralfasern. Es ist Thatsache, dass die Olive von vorn, d. h. aus den Fasern des Corpus trapezoides Collateraläste empfängt, jedoch sind dieselben dick und lassen sich keinesfalls verwechseln mit den für den Nucleus praeolivaris externus bestimmten, deren äusserste Feinheit und auf letzteren beschränkte Vertheilung sie völlig von jenen unterscheidet. Im Allgemeinen treten die zur Olive ziehenden Collateralen durch eine weiter

vorn gelegene Ebene (Hilus anterior der Olive) in diese ein und gehen aus den tiefen Trapezfasern hervor. In Fig. 23a, *C* stellen wir einige dieser Collateralen, sowie einige Zellen der Olive (*d*) und die zahlreichen, von Kölliker wohl beschriebenen Fasern dar, welche, aus dem hinteren Theile der Olive hervorgehend, sich zwischen den Zellen derselben verzweigen (*c*). Woher kommen jene feinen oberflächlichen Trapezfasern,

Fig. 24.



Querschnitt durch den Kern des Corpus trapezoides und den Nucleus praeolivaris bei einem acht Tage alten Kaninchen.

A, Kern des Corpus trapezoides; *B*, Nucleus praeolivaris; *C*, innerer Theil der oberen Olive; *D* Pyramide; *a*, Endkelche von vorn gesehen; *b*, von der Seite gesehen; *c*, Collaterale einer Endfaser; *e*, Zellen des Kerns des Corpus trapezoides; *f*, Axencylinder derselben; *g*, *h*, Zellen des Nucleus praeolivaris.

deren Collateralen sich im Nucleus semilunaris oder praeolivaris externus vertheilen? Im äusseren Theil des ventralen Acusticuskerns, sowie im äusseren Ende des Tuberculum acusticum befindet sich eine Unzahl von sehr kleinen, an Protoplasmafortsätzen armen Zellen, die von einigen Autoren als Körner bezeichnet worden sind (Onufrowicz, Arch. f. Psych.,

Bd. 16, 1885). Diese Zellen zeigen bei Anwendung der Nissl'schen Methode kein chromophiles Protoplasma, dagegen einen ganz und gar dem der Körner des Kleinhirns vergleichbaren Kern. Leider blieben unsere Bemühungen, den Axencylinder dieser Zellen zu verfolgen, fruchtlos und wir können daher nicht sagen, ob, wie a priori wahrscheinlich, diese Nervenfortsätze sich in die feinen oberflächlichen Fasern des Corpus trapezoides fortsetzen und ob sie mittelst Collateralen mit dem Nucleus praeolivaris externus in Verbindung treten.

Kern des Corpus trapezoides. — Derselbe ist von Held und Kölliker genau durchforscht worden, welche sowohl die Betheiligung der Zellen dieses Herds an der Bildung des Corpus trapezoides, als auch den Verlauf und die Endigung der Fasern desselben festgestellt haben.

Unsere an jungen Mäusen, Kaninchen und an Hunden gemachten Beobachtungen stimmen vollständig mit den von diesen Forschern veröffentlichten überein. Folgendes sind diejenigen Daten über die Structur des Kerns des Corpus trapezoides, welche am meisten gesichert erscheinen. Wir betrachten getrennt die Nervenzellen und die Terminalfasern (Fig. 24, *A*).

Nervenzellen. — In unseren Präparaten von neugeborenen und wenige Tage alten Kaninchen, sowie bei jungen Katzen erscheinen diese Zellen sphärisch oder eiförmig (dies ist, wie wir bald sehen werden, von besonderer Wichtigkeit), vollständig nackt und mit zwei, drei oder mehreren relativ zarten Protoplasmafortsätzen versehen, welche während des grössten Theils ihres Verlaufs glatt sind und mit stachligen Büscheln oder einigen wenigen zottigen, pinselförmigen, äusserst verwickelten Aestchen enden. Diese Fortsätze verzweigen sich im Innern des Ganglions und häufen sich am vorderen und hinteren Rande desselben. Bei der neugeborenen oder wenige Tage alten Maus hat sich die sphärische Form noch nicht entwickelt; die Zelle behält vielmehr noch Spindel- oder Dreiecksform bei und besitzt grössere, höckrige Protoplasmafortsätze.

Der Nervenfortsatz dieser Zellen begiebt sich nach Held und Kölliker in das Corpus trapezoides, wo er gegen die Olive und die Raphe hinzieht. Unterwegs sollen Collateralen entspringen, die sowohl zwischen den Zellen dieses Kerns als auch zwischen denen der oberen Olive (Held) vertheilt sind.

Unsere Studien versprechen bald diesen Zusammenhang des Corpus trapezoides mit in dem Kern des Corpus trapezoides entsprungenen Axencylindern zu bestätigen; indess verlief in unseren Präparaten (Fig. 23, *C*) die grosse Mehrzahl dieser Fasern nach aussen, trat zwischen die tiefen Fasern des Corpus und gesellte sich, nach Kreuzung des vorderen Theils der Olive, sogleich dem aus dem ventralen Kern stammenden Fasernpaket bei, um vielleicht, wie Held meint, zwischen den Zellen dieses Kerns zu enden. Andere Axencylinder spalten sich in der hinteren Ebene des Corpus trapezoides-Kerns in zwei Aeste, von denen der innere, im Allgemeinen feinere, sich zur Raphe, der äussere zur Olive wendet. In einem Falle (Fig. 23, *b*) spaltete sich der Axencylinder, doch schienen beide Aeste zur Olive zu ziehen. — In ihrem von innen nach aussen gerichteten Verlauf senden viele dieser Fasern Collateralen aus, die sowohl in der inneren Portion des Kerns des Corpus trapezoides, als auch im Nucleus praeolivaris vertheilt und verzweigt sind. In keinem Falle konnten wir in der Olive die Endigung dieser Axencylinder antreffen; im Gegentheil, diejenigen Fasern, welche sich weiterhin verfolgen liessen (Fig. 23, *c*) und bald durch die Olive selbst, bald vor ihr vorbei zogen, zeigten nicht die geringste Neigung, sich in dieser zu verzweigen, und machten die Annahme wahrscheinlich, dass sie im ventralen Acusticuskern derselben Seite enden.

Im Kern des Corpus trapezoides endende Fasern. — Es giebt deren drei Arten: Collateralen des Corpus trapezoides, ramificirte Endfasern und Endfaserkörbe oder Held'sche Fasern.

a) Collateralen. — Die Fasern des Corpus trapezoides, welche nach unten oder oben von diesem Kern ziehen, senden eine oder zwei Collateralen aus, die sich zwischen den Zellen desselben verzweigen.

b) Ramificirte Endfasern. — Aus der Raphe ziehen zum Kern des Corpus trapezoides einige starke Fasern, welche, im spitzen Winkel sich spaltend und wiederholt sich theilend, zwischen den Zellen dieses Kerns einen äusserst dichten und varikösen Plexus bilden. Die Bifurkationsäste sind bald gleich stark, bald verschieden und es schien uns, als ob der eine auf-, der andere absteigt, um sich immer im Inneren des Kerns zu verzweigen. Diese starken Endfasern haben wir bei wenige Tage alten Mäusen sehr gut gesehen.

c) Endplaques oder Acusticuskelche. — Diese ausserordentlich interessanten Fasern sind zuerst von Held gesehen worden, der sie beschreibt als derbe Fasern, welche, von der Raphe kommend, in den Kern des Corpus trapezoides eintreten sollen, wo sie nach Abgabe einer Collaterale, die sich im Kern vertheilt, mittelst bestimmter pericellulärer Endkörbe enden (Faserkörbe). Das homogene und massive Aussehen, welches das Centrum dieser so sonderbaren Endgebilde bietet, erklärt Held durch die Annahme eines gleichmässigen Niederschlages von Chromsilber zwischen den einander am nächsten stehenden Fibrillen des Endkorbes. Was die diesen Faserendapparat erzeugende Faser betrifft, so soll dieselbe, nach Kreuzung der Raphe, ihren Ursprung in dem Kern des Corpus trapezoides der anderen Seite nehmen.

Auch Kölliker hat diese interessanten Endbildungen gesehen und dargestellt; indess durch das Ausserordentliche dieser Form überrascht, neigt er dazu, sie für Kunstproducte zu halten, etwa für ungenügend imprägnirte Zellkörper. Nach den seinem neuesten histologischen Werke angefügten Zeichnungen scheint er zu glauben, dass die jene Körbe bildenden Fasern nicht Endfasern, sondern den Fasern, die aus Zellen des Nucleus corp. trapez. stammen, angehören.

Wir selbst haben diese Endkelche bei Katze, Hund, Kaninchen, Maus und weisser Maus beobachtet. Ihr Aussehen ist immer dasselbe: eine kräftige Faser, aus der Raphe kommend und transversal verlaufend, dringt in den Kern des Corpus trapezoides, bald von innen, bald von oben und unten an ihn herantretend; im Innern des Kerns nimmt sie an Stärke zu und erweitert sich nach einem verschieden langen, oft gewundenen Verlauf plötzlich zu einer zarten, gelblichen, fast homogenen, mit einem Grübchen versehenen Plaque, die sich eng an die sphärische Oberfläche der Zellen des Kerns anschmiegt. Aus der Contur dieser Plaque, die immer etwas verdickt und dunkel ist, treten bald kurze, nach Art radiärer Stacheln divergirende Fäden, bald lange variköse Fortsätze hervor, die sich in einiger Entfernung im Kern selbst ramificiren. Der Stiel dieser Plaque oder die sie tragende Faser inserirt sich zuweilen im Centrum der kuppelförmigen Erweiterung und die Plaque bietet den Anblick eines Blumenkelches; indess findet die Vereinigung öfter an dem verdickten Rande statt, wobei eine löffelartige Figur entsteht. Es kann

auch vorkommen, dass die Plaque gross und konisch ist, und dass ihre unregelmässigen Ränder in ein Bündel oder Büschel verwickelter und divergirender Fäden übergehen (Fig. 24, *a*, *b*, *d*).

Bei der Katze bieten die Endkelche zuweilen Löcher, durch welche vielleicht die Protoplasmafortsätze hindurchtreten. Bei einigen dieser Terminalgebilde erscheinen die Ränder der Plaque ausgezackt und mit sehr unregelmässigen Fortsätzen versehen; ausserdem besitzt die centrale homogene Partie eine sehr beschränkte Ausdehnung.

In den typischen Fällen ist diese Plaque in ihrem Centrum homogen. Diese homogene Beschaffenheit ist nicht das Resultat unregelmässiger Imprägnirung, noch birgt sie ungefärbte Ramificationen; wir konnten uns davon überzeugen, nicht nur durch die absolute morphologische Identität dieser Endigung bei all den Thieren, bei welchen wir sie gefärbt haben (Katze, Hund, Ratte, Kaninchen), sondern auch dadurch, dass je feiner und schärfer und je freier von unregelmässigen Niederschlägen die Imprägnirung ausfällt, desto klarer und deutlicher die charakteristische, kuppelförmige Anordnung vortritt. Wir besitzen Schnitte, an welchen sich nur diese Plaques mit ihren Ursprungsfasern und zwar in grosser Zahl gefärbt haben; andere, an denen die Plaques und Zellen gleichmässig gefärbt waren und woselbst man mit Leichtigkeit die Congruenz beobachten konnte, welche bezüglich des Krümmungsradius zwischen der glatten und sphärischen Oberfläche der Zellkörper und der Concavität jener Plaques besteht.

Nach allen diesem und nach reiflicher Ueberlegung halten wir die Endkörbe von Held für eine echte centrale nervöse Plaque, massiv und an beiden Seiten glatt und vergleichbar mit den Tastmenisken der Merkel'schen Körperchen bei der Gans oder mit den sogenannten epheuförmigen Endigungen in der Haut (Ranvier). Wir heben dies hervor, weil nach unserer Ansicht diese acustischen Plaques eins der schönsten Beispiele von Contactverbindung bieten, das sich in den Zellen des Centralnervensystems findet, und einen der sichersten Beweisgründe, der sich anführen lässt gegen die wenigen Forscher, welche Zweifel hegen über die Möglichkeit des Durchgangs der Nervenströme quer durch die Zwischensubstanz zwischen Nervenfasern und Zellkörpern.*)

*) Bei dem starken Kaliber der Endfaser und der Regelmässigkeit des Kelchs

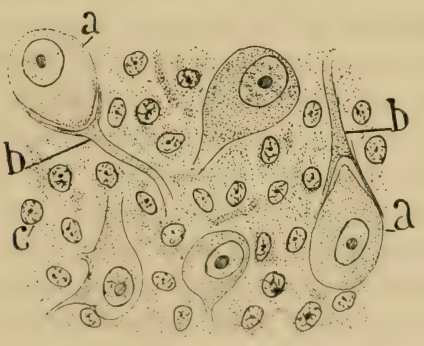
Beim Herantreten der Endfaser an den Kern des Corpus trapezoides liefert dieselbe oft ein Aestchen, das sich im rechten Winkel absondert, um sich den äusseren Trapezfasern einzuverleiben. Wir wissen nicht, wo diese Collateralen endigen, welche nach Held sich im Trapezkern selbst verzweigen (Fig. 24, *c*).

Woher kommen die Held'schen Endfasern? Dieser Forscher neigt zu der Annahme eines in den Zellen des Trapezkerns der anderen Seite

---

oder der pericellulären Plaque hofften wir, diesen Endapparat auch an Karmin- und Hämatoxylinpräparaten beobachten zu können. In der That gelingt es, wenn man dünne, mit Hämatoxylin oder mit Karmin (Grenacher) und nachher mit Indigo gefärbte Schnitte durch den Kern des Corpus trapezoides sorgfältig prüft, an einigen Zellen eine Anordnung zu erkennen, welche ohne Zweifel dem pericellulären Kelch entspricht. An einem Theil der Protoplasmacontur tritt eine sehr feine Membran zu Tage, welche sich unter günstigen Umständen in einen granulirten, sehr blassen Fortsatz verfolgen lässt (Fig. 24a, *b*). Das Kaliber dieses Fortsatzes sowie seine Form und Richtung passen gänzlich zu der Faser, welche den Endkelch erzeugt. Man bemerkt ausserdem — und vielleicht ist dies ein constantes Verhalten —, dass der Kern der Zellen excentrisch und in einiger Entfernung vom Endkelch gelegen ist.

Fig. 24a.



Zellen des Trapezkerns einer zehn Tage alten Katze. Karmin- (Orth) und Indigofärbung.

a, ovoide Zellen; *b*, Endkelche oder Held'sche Fasern; *c*, Neurogliazellen.

Wir brauchen nicht erst zu sagen, dass zur Beobachtung dieses Verhältnisses ein gutes Objectiv (1,30 oder 1,40) nöthig ist, sowie auch die Benützung sehr dünner und stark gefärbter Schnitte. Die Methoden von Nissl und Heidenhain zeigen die Endkelche nicht deutlich.

gelegenen Ursprungs, indem er sich darauf beruft, dass die Nervenfortsätze dieser Zellen zuweilen für ihren eigenen Kern, aus dem sie entsprungen, in Plaques endigende Collateralen aussenden. Trotzdem, und selbst wenn man davon absieht, dass diese Verzweigungen, welche aus Axencylindern des Trapezkerns hervorgehen, kaum den erwähnten acustischen Kelchen gleichen, sprechen gegen diese Deutung drei Beobachtungen: 1. die grosse Mehrzahl der aus dem Trapezkern entsprungenen Axencylinder zieht nach aussen und nicht nach der Raphe, wie es der Fall sein müsste, wenn sie in dem homologen Kern der entgegengesetzten Seite endigen sollen; 2. diese Fortsätze sind viel dünner als die äussert derben, welche die Endplaques erzeugen; 3. an unseren Präparaten aus dem Bulbus eines neugeborenen Kaninchens lassen sich die derben in Plaques endigenden Fasern in Folge ihres übermässigen, den der übrigen Trapezfasern übertreffenden Umfangs bis über die oberen Oliven hinaus verfolgen. Der letzte Umstand scheint zu beweisen, dass diese Fasern entweder directe acustische Fasern (was wenig wahrscheinlich ist) oder Nervenfortsätze der grossen Zellen des ventralen Kerns repräsentiren; jedenfalls erfordert dieser Punkt weitere und eingehendere Untersuchungen.

Corpus trapezoides (im eigentlichen Sinne). — Dieses Gebilde stellt, wie nach den Forschungen von Flechsig und Bechterew allgemein angenommen wird, die centrale Bahn der primären acustischen Kerne, sowie eine transversale, zwischen den Zellen derselben etablirte Commissur dar. Bei der Maus, bei welcher wir dieses Organ hauptsächlich studirt haben, zeigt es sich in hohem Grade entwickelt und erstreckt sich in einem queren Balken von dem untern Rande der Brücke (mit deren unteren derben Fasern es sich vermischt) zum oberen Rande des Ursprungskerns des Facialis. Beim Zug durch die Raphe verlaufen sie zum grössten Theil hinter der Pyramidenbahn, indess giebt es einige Bündel, welche sich auch zwischen die Stränge dieser Bahn einschieben (Fig. 3, *F*).

Wie verschiedene Autoren und besonders Held und Kölliker bemerkt haben, birgt das Corpus trapezoides Fasern von verschiedener Bedeutung. Wir haben bereits gesehen, dass sich unter denselben befinden: 1. Axencylinder der Zellen des ventralen und lateralen Kerns

der Cochleariswurzel; 2. Axencylinder, welche in den Zellen des Trapezkerns entspringen; 3. Endfasern unbestimmten Ursprungs, welche sich in die Held'schen Kelche fortsetzen; 4. horizontale Nervenfortsätze aus den Zellen der Olive und des Nucleus praeolivaris.

Von allen diesen Fasern scheinen die zahlreichsten diejenigen zu sein, welche in den Endkernen (dem ventralen und lateralen) des N. cochlearis entspringen. Dieselben kreuzen den vorderen Rand der absteigenden Trigeminuswurzel, erstrecken sich in krummlinigen Bündeln nach der prätrigeminalen weissen Substanz, kreuzen, die einen vorn, die andern in der Mitte, noch andere hinten, die obere Olive, geben an diese eine Unzahl reichlich verzweigter Collateralen ab, verlaufen alsdann nach innen zwischen den Zellen hindurch und vor allem vor dem Nucleus praeolivaris und dem Trapezkern, zu welchen sie ebenfalls zahlreiche Collateralen senden und kreuzen endlich die Raphe, um sich im Niveau der hinter dem Nucleus praeolivaris und der Olive gelegenen weissen Substanz in die longitudinalen Fasern des Lemniscus lateralis fortzusetzen. Diese von Bechterew, Monakow, Flechsig u. A. behauptete Fortsetzung — diese Forscher stützten ihre Folgerungen auf Resultate, welche sie theils mit der embryonalen, theils mit der Methode der Atrophie und secundären Degeneration gewonnen hatten — ist von Held deutlich demonstrirt worden. In unseren Präparaten sind die Fasern selten, welche, bei der postolivären, weissen Substanz angelangt, sich in eine aufsteigende Faser fortsetzen; fast alle spalten sich in einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast; zuweilen sendet die Faser, während sie in den longitudinalen Verlauf umbiegt, eine kräftige, in der oberen Olive verzweigte Collaterale aus (Fig. 3, *R* und 23, *E*).

Wir halten es auch für wahrscheinlich, dass einige Trapezfasern, wie Kölliker behauptet, zwischen den Zellen der Olive der entgegengesetzten Seite gänzlich ihr Ende erreichen. Ueberdies sind die auf die Vertheilung der Collateralen und Endfasern des Corpus trapezoides bezüglichen Details von diesem Forscher so vorzüglich beschrieben worden, dass wir es für überflüssig erachten, bei denselben länger zu verweilen.

Lemniscus lateralis und seine Kerne. — Die Fasern des Corpus trapezoides, zusammen mit zahlreichen Axencylindern, welche in der Olive und dem Nucleus praeolivaris entspringen, bilden hinter diesen

beiden Kernen eine longitudinale Bahn, welche sich in den Lemniscus lateralis fortsetzt, insoweit als die graue Substanz der Brücke diesen acustischen Ganglien zu Grunde liegt. Diese Fortsetzung ist leicht zu sehen an Querschnitten durch die Brücke, welche den hinteren Vierhügel (bei neugeborener Maus und Ratte) treffen. Der Lemniscus lateralis besteht aus gewundenen Bündelchen, welche durch Zelleninseln getrennt sind. Letztere sind in zwei Hauptmassen angeordnet: eine grössere, wohlentwickelte, im unteren Theile des Lemniscus gelegene, welche als Kern des Lemniscus lateralis bezeichnet wird; eine obere, welche durch unzusammenhängende Zellhaufen gebildet wird, welche man als oberen Kern des Lemniscus lateralis bezeichnen sollte.

Bei der Maus und dem Kaninchen sind diese beiden Herde durch weniger bedeutende, durch Bündel getrennte Zellstreifen verbunden.

Unterer Kern des Lemniscus lateralis. — Dieser Herd wird von Roller und Held als blosse Fortsetzung der oberen Olive betrachtet, welche, um diesen zu bilden, umbiegt und sich nach aufwärts wendet. Wir können diese Ansicht nicht theilen, da die Zellen des Kerns weder an Gestalt, noch in ihren Verbindungen den Zellen der Olive gleichen: statt, wie diese klein zu sein und complicirte und pinselförmige Fortsätze auszusenden, sind sie im Gegentheil gross, stern- oder spindelförmig und ihre Protoplasmafortsätze lang, glatt, mannigfach verzweigt und oft von aussen nach innen gerichtet. Der Nervenfortsatz steigt nicht auf, wie Held ihn zeichnet; in unseren Präparaten wenigstens wendet er sich immer nach innen und scheint in der Richtung der Raphe zu verlaufen, ohne dass wir ihn genügend weit verfolgt hätten, um uns von seinem Endziel zu vergewissern.

Aus dem Verlauf der Fasern des Lemniscus externus entspringen im rechten Winkel eine Unzahl kurzer, variköser, wiederholt verzweigter Collateralen; dieselben bilden ein dichtes Geflecht, das die Zellen des unteren Kerns des Lemniscus umschweift. Diese Collateralen sind bereits von Held erwähnt worden.

Oberer Kern des Lemniscus lateralis. — Die Zellen desselben sind mehr zerstreut als die des unteren, im Allgemeinen spindelförmig und mit polaren, transversal sich erstreckenden Protoplasmafortsätzen versehen. Der Axencylinder zieht fast immer nach innen und kreuzt

vielleicht die Medianlinie, um die ventrale Haubenkreuzung, zusammen mit anderen Elementen, zu bilden. Von dem oberen Theil des Lemniscus, in der Höhe des oberen Kerns, gehen Collateralen aus, die, gradlinig und sehr lang, sich nicht zwischen den Zellen des Letzteren verzweigen, sondern, vielleicht die Raphe erreichend, sich nach innen fortsetzen. Diejenigen Axencylinder, welche nach Held von der Höhe des Lemniscus entspringen und in den Pedunculus cerebelli superior eintreten sollen, vermochten wir nicht zu sehen; ebenso wenig gelang es uns, Zellen in den Kernen des Lemniscus zu finden, deren Nervenfortsatz ein absteigender sein soll.

Der Theil des Lemniscus, welcher sich nicht im Kern des hinteren Vierhügels verzweigt, soll in den Kern der entgegengesetzten Seite ziehen, nachdem er die Mittellinie über dem Aquaeductus gekreuzt hat (Held). Wir haben in der That diese Fortsetzung des Lemniscus nach oben constatirt, jedoch niemals eine Faser bis über den Aquaeductus verfolgen können.

XII.

STRUCTUR DES THALAMUS OPTICUS.

Die Anatomie des Thalamus opticus bietet ausserordentliche Schwierigkeiten; die meisterhaften Arbeiten von Forel,[75]) Ganser,[76]) Meynert,[77]) Monakow[78]) u. A. haben viele Punkte bezüglich der Verbindungen und der Structur dieses Ganglions aufgeklärt, jedoch noch viele Lücken gelassen. Was die Mikroskopie desselben anlangt, so hat uns Marchi[79]) gelehrt, dass die Zellen den beiden Kategorien von Golgi angehören, aber es ist ihm nicht gelungen, den Verlauf der in den Thalamus eintretenden oder der aus ihm austretenden Axencylinder festzustellen, noch hat er die Textur eines jeden der Thalamuskerne erforscht. Tartuferi[80]) und P. Ramón[81]) verdanken wir einige Daten über den feineren Bau des Corpus geniculatum externum und Honegger[82]) und Edinger[83]) nicht wenige exacte Notizen über Ursprung und Verlauf der Bündel, welche den Thalamus mit anderen Kernen verbinden.

Unsere, hauptsächlich an der Maus, der weissen Maus und dem

Kaninchen angestellten Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, wie denn auch die vorliegende Arbeit nichts anderes, als eine vorläufige Mittheilung sein soll, welche einige der gewonnenen Resultate vorwegnimmt, indess wir unsere Studien beenden. Bei der Maus, der Ratte und dem Kaninchen ist der Thalamus opticus viel einfacher als beim Menschen. Das Corpus geniculatum externum bewahrt seine Wichtigkeit, indess das Pulvinar nur durch eine unbedeutende Schicht repräsentirt ist, welche aussen keine Hervorwölbung bildet. Es ist schwer, an Querschnitten des Thalamus die Lage der Kerne zu bestimmen, welche im Centrum desselben beim Menschen und grösseren Säugethieren beschrieben werden. Wir wollen deshalb nach dem Vorgang Ganser's diejenigen Kerne, welche im Thalamus des Kaninchens und der Maus zu Tage treten, beschreiben, ohne uns über ihre Homologie vorläufig definitiv auszusprechen.

Nach dem Vorgange Ganser's enthält der Thalamus der niederen Säugethiere zwei Portionen: eine beträchtliche vordere oder ventrale und eine viel kleinere hintere oder dorsale. Die vordere oder ventrale Portion, welche zum Theil der Sehsphäre entspricht, wird von der hinteren durch die Lamina medullaris externa getrennt und theilt sich in zwei Kerne: einen inneren oder oberen und einen lateralen oder unteren. Diese beiden Kerne erscheinen getrennt durch eine dünne, krummlinige Lamina medullaris, welche durch den Gipfel des Corpus geniculatum externum zieht und gegen den inneren Theil des Thalamus zu absteigt, indem sie oben eine Curve bildet. Vor diesen beiden Kernen besteht eine graue Masse, in welcher das Vicq d'Azyr'sche Bündel endet (vorderer Kern Ganser's). Wir selbst vermochten nicht alle diese Herde, sowie alle die Fasern, welche aus ihnen kommen oder zu ihnen gehen, im Detail zu studiren. Unsere Aufmerksamkeit ist bisher durch die Sehsphäre des Thalamus, besonders durch die Eminentia geniculata externa, das Stratum zonale, das Vicq d'Azyr'sche Bündel und die Corpora mammillaria in Anspruch genommen worden.

Corpus geniculatum externum. — Es erscheint bei der Maus und dem Kaninchen wenig entwickelt und enthält, wie bekannt, zwei Schichten: 1. eine periphere Schicht von Opticusfasern, 2. eine centrale graue Schicht, in der graue Zonen mit Zügen weisser Substanz abwechseln.

Die Schicht der Opticusfasern ist, wie alle Autoren constatiren konnten, die einfache Fortsetzung des Tractus opticus. Beim Kaninchen und bei der Maus sieht man deutlich, dass diese Schicht nach oben den Rand des Corpus geniculatum berührt und die Mehrzahl der Fasern des Stratum zonale bildet (Fig. 25, *A*).

Die Opticusfasern lassen sich bezüglich ihrer Lage in oberflächliche und tiefe unterscheiden. Die oberflächlichen bilden eine sehr dünne Schicht an der Oberfläche des Corpus geniculatum und setzen sich, ohne eine Umbiegung zu erfahren, in den Tractus opticus fort. Unterwegs senden sie Collateralen aus, die zwischen den darunter liegenden Zellen verzweigt sind und das Ursprungsstück biegt nach einem variablen Verlauf längs des Randes um, dringt in die benachbarte graue Substanz und löst sich, wie zuerst mein Bruder entdeckt hat, in eine reichliche Endverzweigung von varikösen und ziemlich gewundenen Fäden auf. Jede dieser Verzweigungen setzt sich in Verbindung mit einer beträchtlichen Gruppe von Nervenzellen. Bei der neugeborenen Katze, wo sich diese Verzweigungen leicht färben, beobachtet man, dass sie unregelmässige Etagen oder Schichten bilden und dass die Aeste einer jeden von ihnen kräftig sind, sich in complicirter Weise ramificiren und acht oder zehn Löcher lassen, in denen sie Nervenzellen aufnehmen.*)

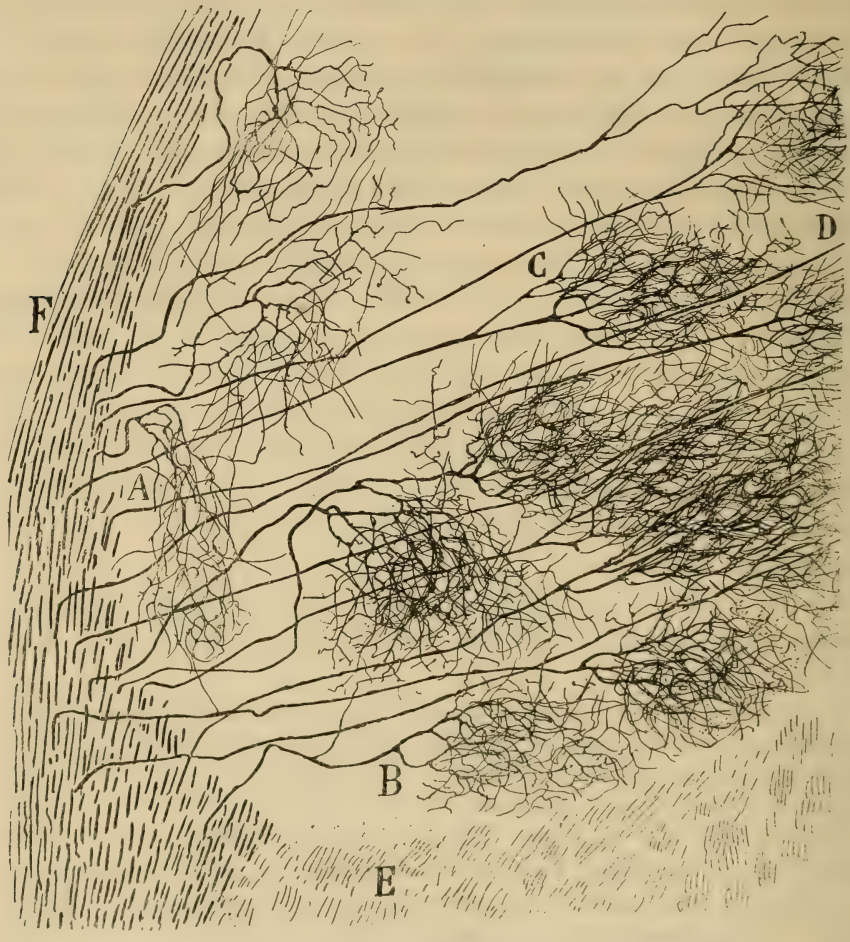
Die tiefen Opticusfasern bilden einen Theil der das Corpus geniculatum kreuzenden Streifen der weissen Substanz; diese Fasern

*) In Fig. 24b stellen wir einen Theil der in der unteren Portion des Corpus geniculatum externum einer wenigen Tage alten Katze verzweigten Fasern dar; man sieht in derselben vier oder fünf Lagen von Verzweigungen, von denen die an Aesten armen und daher weniger complicirten die oberflächlichen sind; gleichzeitig charakterisiren sie sich auch durch eine gewisse Abplattung von aussen nach innen. Hingegen erzeugen die langen, bis in die Tiefe des Ganglions sich erstreckenden Fasern (Fig. 24 b, *C*, *D*) einige ausserordentlich verwickelte Verzweigungen; in jeder derselben bleiben Nester für 8—10 grosse wie kleine Nervenzellen reservirt, die sämtlich durch unzählige und complicirte Protoplasmafortsätze, die sie nach allen Richtungen aussenden, ausgezeichnet sind. Die langen Fasern pflegen sich in ihrem Verlauf durch das Ganglion nicht zu spalten, sondern erst in der Nähe der Endarborisation. Bei den in den mittleren und oberflächlichen Lagen verzweigten Fasern findet sich nicht selten eine Bifurkation in einiger Entfernung von den End-

dringen in die graue Substanz im Niveau des oberen Randes des optischen Bündels oder der centralen optischen Bahn ein, verlaufen zwischen

verzweigungen, infolgedessen eine Faser zwei getrennte Terminalplexus zu bilden vermag.

Fig. 24b.



Untere Portion des Corpus geniculatum externum der neugeborenen Katze.

A, optische Fasern, welche etwas abgeplattete Verzweigungen bilden; *B*, optische Fasern, sich in den mittleren Etagen verzweigend; *C* und *D*, optische Fasern mit sehr dichten und tief gelegenen Verzweigungen; *E*, Bündel der centralen Opticusbahn; *F*, Fasern, welche sich in den Tractus opticus fortsetzen. (Der Theil der Figur, wo sich der Buchstabe *E* befindet, entspricht der unteren Portion des Corpus geniculatum externum.)

Fig. 25.

Frontalschnitt durch die Habenula und den Thalamus opticus einer neugeborenen Maus.

A, Tractus opticus; *B*, centrale optische Bahn; *C*, Pedunculus cerebri; *D*, Bündel, welche den tiefen Faserzug des Thalamus sammeln; *E*, Corpus geniculatum externum; *F*, Stratum zonale; *G*, Ganglion habenulae; *H*, Commissura interhabenularis; *I*, inneres Thalamusbündel; *J*, Vicq d'Azyr'sches Bündel; *M*, vordere Säulen des Trigonum; *a*, Axencylinder des Corpus geniculatum externum bestimmt für die centrale optische Bahn; *b*, tiefe Axencylinder.

den Zellen und enden ebenfalls in verschiedenen Ebenen mittelst Endverzweigungen, welche den ersteren fast gleich sind. Ein Theil dieser Fasern endet nicht im Corpus geniculatum, sondern zieht, nachdem sie im Niveau der Lamina medullaris interna eine Knickung erlitten, weiter in die unter dem Stratum zonale gelegene graue Substanz.

Schicht der Nervenzellen. — Dieselbe erfordert eine Scheidung in eine marginale oder suboptische und eine tiefe oder Hauptzone.

In der Randzone und zwischen den tieferen Paketen der oberflächlichen Schicht der Opticusfasern sieht man eine unregelmässige Reihe birnen- oder sternförmiger oder dreieckiger Zellen, deren Fortsätze, oft aus einem einzigen absteigenden Anfangsstück ausgehend, in die benachbarte graue Substanz eintreten (Fig. 25). Der Axencylinder wendet sich nach hinten und lässt sich bis in die centrale optische Bahn verfolgen.

Die tiefe Zone entspricht dem gesammten Geflecht des Corpus geniculatum und bietet zahlreiche grosse, spindel- oder sternförmige Zellen mit vielfachen Fortsätzen, welche gewöhnlich von aussen nach innen gerichtet sind. Diese Fortsätze sind lang, ramificirt und mit Höckern besetzt. Der Axencylinder wendet sich oft nach innen oder nach aussen und beschreibt eine Curve, um in eine der Striae medullares einzutreten und die centrale optische Bahn zu erreichen; unterwegs sendet er vereinzelte Collateralen aus, welche zwischen den benachbarten Elementen verzweigt sind. Bei wenige Tage alten Katzen sind diese Zellen zum grössten Theil sternförmig und ihre Fortsätze sehr zahlreich, in complicirter Weise verzweigt und mit unregelmässigen Stacheln besetzt.

Stratum zonale. — Es besitzt im Wesentlichen dieselbe Structur wie das Corpus geniculatum; es enthält eine Schicht oberflächlicher Opticusfasern, eine tiefe Schicht derselben mit Endverzweigungen dieser Fasern, und tangentiale und tiefe Zellen, welche den Axencylinder nach hinten und aussen zur Bildung einer centralen optischen Faser aussenden. Die Zellen dieses Herdes erscheinen kleiner als die des Corpus geniculatum, ihre Protoplasmafortsätze sind zahlreicher und mit einer Unzahl von Collateralstacheln garnirt. Die Fasern des Stratum zonale senden ebenfalls eine grosse Zahl von Collateralen aus, welche in der darunter liegenden grauen Substanz vertheilt sind.

Kerne des Thalamus. — Wir haben bei wenige Tage alten

Mäusen die Structur einiger dieser Kerne studirt, aber keinen Unterschied unter denselben finden können. Jeder Kern, sei es der vordere, der innere oder der äussere, enthält eine beträchtliche Zahl multipolarer, sternförmiger Zellen, deren Protoplasmafortsätze nach allen Richtungen divergiren und mit Stacheln besetzt erscheinen. Die Axencylinder dieser Zellen treten nach einer Biegung und nach Aussendung einer Collaterale in die Stabkranz-Bündel ein und ziehen daher zum Pedunculus cerebri, woselbst sie einen aufsteigenden Verlauf nehmen.

In einigen Kernen haben wir auch verzweigte Endfasern gesehen; so endet im vorderen Kern das Vicq d'Azyr'sche Bündel, dessen Fasern aus einander treten und sich zwischen den Zellen des Kerns vertheilen. Bei der neugeborenen Maus sind diese Endverzweigungen spärlich und bestehen in zwei oder drei varikösen Aestchen, welche wiederum mit einem noch kleineren Aestchen besetzt sind, das im rechten Winkel entspringt und mit derben Varicositäten endet. Bei Mäusen von 15 Tagen und Kaninchen von acht Tagen sind die Verzweigungen zarter, ausgedehnter und complicirter und bilden einen dichten pericellulären Plexus.

Im äusseren Kern fanden wir freie Verzweigungen, welche Gruppen von vier oder sechs Zellen umrahmen und sich durch die Stärke ihrer Fasern, sowie dadurch charakterisiren, dass sie an gewissen Stellen Flocken oder kurze Büschel von Fäden aussenden, die an die moosartigen Fasern des Kleinhirns erinnern. Diese Endfasern scheinen aus den unteren Regionen des Thalamus, vielleicht aus dem Pedunculus cerebri hervorzukommen.

Stabkranzfasern oder centrale Bahn des Thalamus. — Die Kürze der Distanzen im Thalamus der Maus gestattet es, diese Fasern mit voller Sicherheit zu verfolgen, da es sehr leicht ist, den ganzen Verlauf des Axencylinders einer Zelle, sowohl des Corpus geniculatum, wie der tiefen Kerne zu beobachten. Wir konnten demzufolge in diesem Organ die Existenz dreier, wohl unterschiedener Stabkranz-Bahnen nachweisen: zwei optische oder äussere und eine centrale Bahn des Thalamus, welch' letztere wahrscheinlich den optischen Functionen fremd ist.

Optische Bahnen. — Sie unterscheiden sich in eine oberflächliche und eine tiefe. Die oberflächliche tritt aus den oberflächlichen Zonen des Corpus geniculatum externum und vielleicht aus der Gegend des

Stratum zonale hervor. Diese Bahn gesellt sich zum Theil der Fortsetzung des Tractus opticus selbst bei und wendet sich, im Pedunculus cerebri angelangt, nach innen, um in die obere Portion des Letzteren einzutreten, woselbst ein starkes, dreikantiges, zuweilen von den übrigen Pedunculusfasern deutlich getrenntes Bündel existirt, das wir centrale optische Bahn nennen wollen.

Die tiefe Bahn ist viel wichtiger; sie sammelt die Axencylinder der tiefen Zellen des Corpus geniculatum sowohl wie des Stratum zonale, ordnet sich in Bögen mit nach aussen gerichteter, geringer Concavität an und tritt in die centrale optische Bahn längs deren inneren Rande ein.

Eine interessante Thatsache müssen wir hier bezüglich der Art, wie die Opticus-Stabkranzfasern in der centralen Bahn enden, constatiren. Die Fortsetzung in die Pedunculusfasern findet zuweilen mittelst einfacher Umbiegung statt, öfter aber mittelst Bifurkation; der aufsteigende Ast tritt mit dem centralen Opticusbündel in das Corpus striatum, der absteigende zieht mit dem Pedunculus vielleicht bis in die Gegend der Haube hinab. Wir konnten diese absteigenden Fasern nicht genügend weit verfolgen, um uns eine bestimmte Ansicht über sie zu bilden; indess dünkt es uns nicht unwahrscheinlich, dass dieselben eine Reflexbahn zwischen den Sehcentren und den motorischen Herden des Auges, des Kopfes und des Halses bilden (Fig. 25, *B*).

Die centrale Thalamusbahn ist ziemlich entwickelt und zieht nicht in das centrale optische Bündel, sondern tritt in die Regio suprapeduncularis, in eine Gruppe etwas getrennter und über der Pyramidenbahn gelegener Bündel ein (*D*). Der Ursprung dieser Bahn ist ein mannigfacher: nach innen ist einer ihrer Hauptzuflüsse ein absteigendes Bündel, welches fächerförmig angeordnet (*I*) in der vor und unter der Habenula gelegenen grauen Substanz beginnt, nach hinten und unten zieht und, auf der Hälfte seines Verlaufs in der Nähe der Medianlinie angelangt, sich wellenförmig und divergirend nach aussen und unten erstreckt, um in die Thalamusbahn einzutreten; die äusseren Fasern entspringen aus den Zellen des inneren und äusseren Kerns und ordnen sich in krummlinigen Bündeln an, die, deutlich von einander getrennt, in Bögen mit äusserer Concavität zur centralen Thalamusbahn hinabsteigen (Fig. 25, *c*).

Lamina medullaris intermedia. — Zwischen dem äusseren und inneren Kern der Regio thalamica anterior Ganser's zeigt sich eine kleine Lamelle von Markfasern, deren genaue Verfolgung auch bei der neugeborenen Maus sehr schwierig ist. Die sie bildenden Fasern sind zum grössten Theil Axencylinder, die aus den der Lamelle benachbarten Zellen und besonders den in der Nähe der Raphe inmitten der Commissura grisea concentrirten entspringen; diese Fasern ziehen nach aussen, liefern einige Collateralen und bilden eine nach vorn und oben gerichtete Markschicht, welche in dem vorderen und oberen Theil des Thalamus, unterhalb des Ammonshorns zu Tage tritt. Hier begiebt sich die Lamina medullaris alsbald in das Corpus striatum und vereinigt sich mit dem Stabkranz.

Centrale optische Bahn (Bündel). — Wir haben bereits erwähnt, dass das die centralen optischen Fasern aufnehmende Bündel in dem oberen Theil des Pedunculus liegt und bei Kaninchen und Mäusen die Gestalt eines Prismas und eine gewisse Unabhängigkeit von den übrigen Pedunculusfasern besitzt. Bei der neugeborenen Maus ist diese centrale optische Bahn deutlich begrenzt und lässt sich vollständig in ihrem ganzen Verlauf verfolgen, von ihrem Eintritt in das Corpus striatum bis zu ihrer Endigung im Occipitallappen; man sieht, dass sie beim Durchtritt durch das Corpus striatum den innersten Theil der Pedunculusstrahlung einnimmt und ihre Fasern, in der weissen Substanz unter der Rinde angelangt, in die Höhe, in die graue Substanz derjenigen Rindenregion ziehen, wo sich der weisse Gennari'sche oder Vicq d'Azyr'sche Streif besonders entwickelt zeigt. Leider haben sich in den Querschnitten des Mäusehirns, in denen die centrale optische Bahn so deutlich zu sehen war, die freien Verzweigungen derselben nicht imprägnirt; vielleicht sind diese Verzweigungen bei der neugeborenen Maus noch nicht entwickelt, wie dies mit vielen anderen, z. B. auch denen der Stria thalami in der Habenula der Fall ist.

Vordere Säulen des Trigonums. — In Bezug auf diese können wir nur, nach unsern Untersuchungen einwandfreier Präparate, die klassischen Beschreibungen Ganser's, Edinger's, Forel's, Kölliker's, Honegger's u. A. bestätigen. Die Fasern der Säulen des Trigonums werden als Fortsetzung von Axencylindern aufgefasst, welche im Ammonshorn, be-

sonders in der Gegend der grossen Pyramiden entstehen. Bei der Maus sieht man diese Faser deutlich nach vorn, hinter der Commissura anterior verlaufen, sich umbiegen und bogenförmig krümmen und nach Kreuzung der tiefen Regionen des Thalamus im innern Theile des Corpus mammillare internum enden. Beim Kaninchen sahen wir die Endverzweigungen dieser Fasern; dieselben sind zart, lang, büschelförmig; zwischen den feinen Fädchen der Büschel liegen die Zellen des Corpus mammillare.

In ihrem Verlauf nach hinten werden die vorderen Säulen des Trigonums allmählich erheblich dünner; wir halten es deshalb für wahrscheinlich, dass ein Theil ihrer Fasern nicht zum Corpus mammillare gelangt, sondern vielleicht im Tuber cinereum endet. Vielleicht trifft auch die Behauptung Edinger's und Honegger's zu, dass einige dieser Fasern sich der Taenia thalami einverleiben und in der Habenula enden.

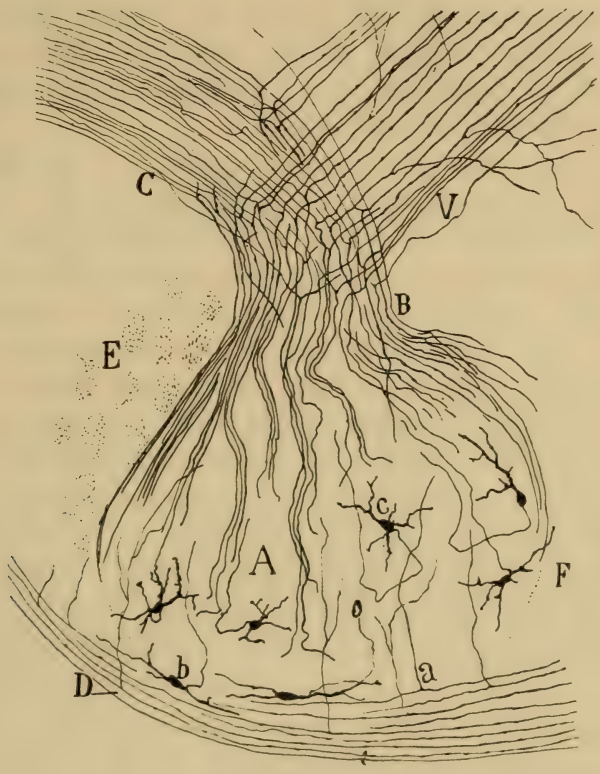
Dagegen glauben wir, dass Ganser einen Irrthum begangen hat, als er beim Maulwurf eine Kreuzung der Säulen über den Eminentiae mammillares beschrieb.

Taenia thalami. — Meine neuesten Beobachtungen haben mich überzeugt, dass das zwischen den beiden Habenulae gelegene Bündel sich zum grossen Theil in die Fasern der Taenia fortsetzt, welche auf diese Weise beide Habenulae verbindet. Aus dieser Commissura interhabenularis sahen wir niemals Fasern für die darunter liegende Glandula pinealis entspringen.

Was den Ursprung anlangt, so haben wir die Taenia in ihrem ganzen Verlauf verfolgen können und bemerkt, dass sie nach vorn, längs des vorderen Theils des Thalamus verläuft und sich, in die Ebene des Pedunculus cerebri oder des Hauptbündels der Capsula interna hinabsteigend, in zwei Bündel theilt, welche ihre Fasern in der grauen Substanz über und vor dem Chiasma N. optici verbreiten. Sowohl das vordere wie das hintere Bündel scheint aus Axencylindern in der vorderen Hälfte des Tuber cinereum gelegener Zellen hervorzugehen; gleichwohl müssen wir erklären, dass es uns nicht gelang, den Eintritt dieser Axencylinder in die Bündel der Taenia sicher festzustellen, noch die Ansicht Edinger's zu bestätigen, der beim Hunde dieses Bündel aus der Regio olfactoria des Stirnlappens hervortreten gesehen haben will.

Corpora mammillaria. — Bekanntlich besteht jedes Corpus mammillare aus zwei Zellherden: einem inneren oder grossen und einem äusseren oder kleinen. Nach unseren bisherigen Studien scheint bei

Fig. 26.



Sagittalschnitt durch das Corpus mammillare internum der neugeborenen Maus.

A, innerer Kern des Corpus mammillare; *B*, gemeinsamer Strang des Bündels der Haube und des Vicq d'Azyr'schen Bündels; *D*, Kapselbündel; *E*, Commissura intermammillaria; *F*, vordere Region des Nucleus mammillaris internus; *C*, Haubenbündel; *V*, Vicq d'Azyr'sches Bündel; *a*, Collaterale des Kapselbündels; *b*, oberflächliche spindelförmige Zelle; *c*, Zellen, deren Axencylinder in das gemeinsame Hauben- und Vicq d'Azyr'sche Bündel einzutreten scheinen.

Maus und Kaninchen der innere mehr entwickelt zu sein.

Der innere Kern besteht aus kleinen, spindel- oder sternförmigen oder dreieckigen Zellen, die mit wiederholt verzweigten Fortsätzen ver-

sehen sind, welche diesen Zellen ein Aussehen ähnlich dem der Zellen der Habenula gewähren. In der corticalen oder oberflächlichen Zone haben die in die Schichten der Nervenfasern (fibrae capsulares) eingebetteten Zellen die Figur einer Spindel und wenden sich gewöhnlich von vorn nach hinten.

Der Axencylinder ist zart und in Folge seiner Windungen sehr schwer zu verfolgen; trotzdem glaubten wir einige Male zu beobachten, dass er in die convergirenden, den gemeinsamen Hauben-Vicq d'Azyr'schen Strang bildenden Bündel eintrat.

Der Nucleus mammillaris internus nimmt, wie wir bereits früher gesagt haben, die vordere Säule des Trigonums auf, dem sich Commissurenfasern und Fasern der Kapsel oder des Kapselbündels zugesellen.

Das Kapselbündel liegt zum Theil oberflächlich und besteht in einem Streifen weisser Substanz, welcher, vielleicht im Tuber cinereum entsprungen, nach hinten zieht, den unteren und äusseren Theil des Corpus mammillare internum bedeckt und successiv kleiner werdend, in der Nähe des Ganglion interpedunculare endet. Unterwegs senden seine Fasern fast im rechten Winkel eine Unzahl Collateralen aus, welche in die Tiefe ziehend, sich zwischen den Zellen des inneren Kerns verzweigen. Viele dieser Collateralen sind so gross, dass sie in Wirklichkeit das Ende der Kapselfasern repräsentiren; die Fibrille, welche sich nach hinten in der ursprünglichen Richtung fortsetzt, ist zart und muss als die eigentliche Collaterale angesehen werden. Vielleicht nehmen einige der Kapselfasern den Ursprung im Nucleus mammillaris internus (Fig. 26, *a*).

Aus dem Nucleus mammillaris internus entspringen, wie Forel und Ganser gezeigt haben, zwei wichtige Bündel: das Haubenbündel, welches wir später beschreiben werden und das Vicq d'Azyr'sche Bündel, von dessen Endigungsweise wir schon weiter oben gesprochen haben (Fig. 26, *V*).

Im Allgemeinen nehmen die Autoren an, dass die Fasern dieser beiden Bündel gesondert im Corpus mammillare entstehen. Nichts ist irrthümlicher als dies; aus dem Kern geht ein kräftiges Bündel von Axencylindern hervor, welche sich, nach oben und aussen, ausserhalb des Gebiets des Corpus mammillare ziehend, in zwei Aeste spalten, einen vorderen, gewöhnlich grossen, der in das Vicq d'Azyr'sche Bündel zieht,

und einen hinteren, im Allgemeinen feineren, der als Collaterale des Anfangsstückes betrachtet werden kann, die sich nach hinten begiebt, um in das Gudden'sche Haubenbündel einzutreten. Die Spaltung hat die Figur eines Y und findet für jede Faser in einer besonderen Ebene statt. Unterwegs pflegen die grossen Aeste des Vicq d'Azyr'schen Bündels eine kräftige, in den benachbarten Regionen des Thalamus opticus verzweigte Collaterale auszusenden. Das Ursprungsstück geht aus allen Regionen des inneren Kernes hervor und repräsentirt den Axencylinder seiner Zellen (Fig. 26, *B*).

Was die Commissurenfasern und die übrigen Details der Structur der Corpora mammillaria anlangt, so sind unsere Beobachtungen noch nicht abgeschlossen.

XIII.

ROTHER KERN UND GEGEND DER HAUBE.

Der rothe Kern erstreckt sich beim Kaninchen und der Maus, wie Mahaim[84]) gezeigt hat, von der Commissura anterior bis zum hinteren Theil des hinteren Vierhügels, ohne kaum in die Gegend des Thalamus opticus einzudringen. Hinten schmal, nimmt er mit der Annäherung an die Medianlinie an Umfang zu und divergirt nach vorn, indem er zwischen das Ende des Meynert'schen Bündels und des hinteren Längsbündels eingefügt erscheint. Die obere Hälfte des rothen Kerns wird sagittal gekreuzt durch die Bündel der dorsalen Haubenkreuzung (fontaineartige Kreuzung Meynert's) und von hinten nach vorn durch die Wurzelbündel des Oculomotorius.

In einem Querschnitt, der, wie Fig. 27 zeigt, durch die hintere Hälfte des rothen Kerns zieht, sehen wir mit dem rothen Kern drei Arten von Fasern in mehr oder weniger enger Beziehung stehen, die absteigenden Fasern der Haube, das Gudden'sche Haubenbündel und den Pedunculus cerebelli superior. Der Filz des rothen Kerns stellt eine Anhäufung von grossen Nervenzellen und Endverzweigungen dar. Wir wollen der Reihe nach diese Elemente einzeln betrachten.

Absteigendes Bündel der Haube. — Mittelst der Golgi'schen Methode ist es von Held durchforscht und genau beschrieben worden.

Fig. 27.

Frontalschnitt durch den rothen Kern, das hintere Längsbündel und den Oculomotoriuskern eines Mäusefoetus.

A, hinteres Länsbündel; *B*, Gudden'sches Haubenbündel; *C*, dorsale Haubenkreuzung; *D*, absteigendes Haubenbündel; *E*, Oculomotoriuskern mit den aus dem hinteren Längsbündel kommenden Collateralen; *F*, Longitudinalfasern der Haube; *G*, ventrale Haubenkreuzung; *H*, mittlere Kreuzung oder Kreuzung des Gudden'schen Bündels; *S*, Epithel des Aquaeductus Sylvii; *a*, Collateralen des absteigenden Haubenbündels für den rothen Kern; *b*, Bifurkationen der Fasern des ersteren; *e*, starke Fasern, welche in das hintere Längsbündel eintreten; *p*, Axencylinder der Zellen des rothen Kerns, welche nach hinten ziehen; *J*, starke Collaterale der Fasern des absteigenden Haubenbündels für die Substantia reticularis. Zur Seite des Oculomotoriuskerns sieht man Zellen, deren Axencylinder nach Abgabe von Collateralen an die centrale graue Substanz sich longitudinal in die Substantia reticularis wenden.

Wir selbst können fast alle Angaben dieses Forschers bestätigen, da wir mit ganzer Deutlichkeit dieses Bündel vom vorderen Vierhügel bis unter die Brücke verfolgten.

Seine Fasern sind dick und stellen in der Mehrzahl Axencylinder vor, die aus grossen sternförmigen oder dreieckigen, mit langen Fortsätzen versehenen Zellen entspringen; letztere liegen in dem lateralen oberflächlichen Theil der Rinde des vorderen Vierhügels.

Einige wenige Fasern kommen weiter aus dem Innern, ziehen durch die Ebene der tiefen Fasern des vorderen Vierhügels und verschlingen sich mit in dessen tiefer Schicht gelegenen Zellen. Sobald diese Fasern gegenüber dem Aquaeductus Sylvii angelangt sind, wenden sie sich im Bogen nach innen unter das hintere Längsbündel, kreuzen die Mittellinie, bilden die dorsale hauben- oder fontaineartige Kreuzung Meynert's, verlaufen vertical und steigen bis zur Brücke an der inneren Seite des Lemniscus lateralis hinab. Unterwegs senden sie überall zahlreiche Collateralen aus. In der Höhe des Aquaeductus Sylvii oder etwas tiefer liefern sie eine kräftige Collaterale, welche sich in der Substantia reticularis der Haube verzweigt. Manchmal erreicht eine der dort entsprungenen Collateralen den Kern des hintern Vierhügels und die obere Portion des Lemniscus (Fig. 27, *D*).

In ihrem horizontalen Verlauf durch den oberen Theil des rothen Kerns senden sie nach diesem ein oder zwei reichlich verzweigte Collateralen und schliesslich spalten sie sich bei der verticalen Umbiegung im Innern dieses Kerns nicht selten in einen schwachen aufsteigenden und einen starken absteigenden Ast; aus beiden gehen häufig wiederum Collateralen aus, welche sich in dem Kern selbst verzweigen (*a*).

Wenn diese Fasern den rothen Kern verlassen, ziehen sie hinab in die Brücke, indem sie verticale, durch einige Nervenzellen getrennte, kleine Bündel bilden; gegenüber dem unteren Kern des Lemniscus lateralis angelangt, senden sie lange Collateralen nach innen, deren viele sich der Mittellinie nähern und vielleicht einen Theil der ventralen Haubenkreuzung bilden (Fig. 27, *c*).

Einige Fasern dieser Kreuzung scheinen aus Zellen hervorzugehen, welche zwischen den Fasern des absteigenden Haubenbündels oder auch zwischen den Bündeln des Lemniscus lateralis liegen.

Gudden'sches Haubenbündel. — Nach innen von der verticalen Bahn, die wir eben beschrieben haben, und längs der Mittellinie liegen einige Pakete feiner Fasern, vielleicht die feinsten, die man in den Nervencentren findet. Diese Bündelchen entspringen nach einigen Autoren aus dem Corpus mammillare internum; jedoch schon oben haben wir auseinandergesetzt, dass dieser Ursprung kein directer, sondern ein indirecter ist, d. h. dass jede der Fasern nicht die Fortsetzung eines in dem Corpus mammillare entsprungenen Axencylinders ist, sondern diejenige eines dünnen Bifurkationsastes eines diesen Bündeln und dem Vicq d'Azyr'schen gemeinsamen Ursprungsstückes. Die Zartheit des genannten Astes, der oft das Aussehen einer Collaterale hat, erklärt das geringe Kaliber der das Haubenbündel bildenden Fasern, ebenso wie deren Armuth an Collateralen.

Während ihres Verlaufs durch den rothen Kern ziehen die Fasern des Haubenbündels parallel und gedrängt und senden nur einige zarte Collateralen aus, die sich an der inneren Seite dieses Kerns vertheilen. Alsbald wird das Bündel, entsprechend dem Vorrücken gegen den Bulbus kleiner, bis es in der Höhe des Corpus trapezoides nur noch einige vor dem hinteren Längsbündel gelegene Fasern besitzt.

Das Gudden'sche Bündel bildet ebenfalls eine fontaineartige Kreuzung, d. h. eine Kreuzung, die im vorderen Theile der Haube in der Nähe der Ebene liegt, in welcher die Kreuzung der Pedunculi cerebelli stattfindet. Die feinsten Fasern dieser Kreuzung bilden im Niveau und etwas oberhalb der ventralen Kreuzung einen sehr zarten diffusen Filz.

In dem Geflecht des Haubenbündels, sowie in der Raphe, sieht man zahlreiche spindelförmige oder dreieckige Zellen, deren Axencylinder in verschiedenen Richtungen verlaufen. Einige derselben kreuzen die Raphe, um vielleicht in das absteigende Bündel der Haube der anderen Seite zu treten. In der Raphe existirt ferner ein sehr feines Netz von Collateralen, das uns zum Theil wenigstens aus dem Gudden'schen Bündel hervorzugehen schien.

Pedunculi cerebelli superiores. — Sobald dieselben die Mittellinie gekreuzt haben, treten sie in den rothen Kern, ziehen von hinten nach vorn und liefern, wie zuerst Martin[85]) gezeigt hat, unterwegs zahlreiche Collateralen. Der Pedunculus bildet antero-posteriore Bündel,

welche mit den Zellen des rothen Kerns vermengt sind, und von denen sich von Zeit zu Zeit Nervenfasern trennen; letztere spalten sich wiederholt dichotomisch und enden mittelst einer ausgedehnten, diffusen und complicirten Verzweigung, welche zu einer beträchtlichen Gruppe von Nervenzellen dieses Kerns in Beziehung tritt.

Auf diese Weise endet wenigstens ein Theil der Fasern, welche der Pedunculus cerebelli superior führt, im rothen Kern der entgegengesetzten Seite, theils mittelst Collateralen, theils mittelst ausgedehnter Endverzweigungen. Eine Endigung dieser Fasern im rothen Kern derselben Seite konnten wir bis jetzt nicht finden.

Plexus intercellularis des rothen Kerns. — Es ist einer der dichtesten Plexus, die sich in den Nervencentren finden. Seiner ausserordentlichen Entwicklung ist hauptsächlich die relativ weite Entfernung, in der die Zellen von einander liegen und das fein granulirte Aussehen des rothen Kerns in Carminpräparaten zuzuschreiben.

Er wird gebildet von 1. Collateralen und Endfasern der Pedunculi cerebelli superiores; 2. Collateralen des absteigenden Haubenbündels; 3. Collateralen und wenig verzweigte Endfasern des Gudden'schen Bündels oder der Haubenbahn des Corpus mammillare internum.

Korbartige Verzweigungen. — Abgesehen von diesem diffusen Plexus erscheinen die grossen, sternförmigen Zellen des rothen Kerns, sowohl der Zellkörper wie die kräftigen Fortsätze, eingefasst von einem besonderen, dicht gedrängten Plexus, vergleichbar demjenigen, den wir in der Umgebung der Purkinje'schen Zellkörper beschrieben haben. Dieser Plexus besteht aus dünnen, varikösen, engverschlungenen Fasern; dieselben sind der Zellenoberfläche so dicht angeschmiegt, dass sie vollständig die Form des Protoplasmakörpers und seiner Hauptfortsätze nachahmen.

Es ist schwer zu sagen, wie die Nervenfibrillen in diesem pericellulären Filz enden; gleichwohl bemerkt man an einzelnen Stellen, besonders längs der Protoplasmafortsätze, freie Enden, die mit einer Varicosität garnirt sind, wie bei den Endfäden der Kletterplexus (plexos trepadores) der Purkinje'schen Zellen. Was die Ursprungsfasern dieser Plexus anlangt, so wissen wir nichts über dieselben, weder ob sie der Endigung einiger Fasern der Pedunculi cerebelli superiores entsprechen, noch ob

sie die Eintrittszelle eines anderen Systems von Nervenfasern, vielleicht solcher, die aus dem Thalamus opticus kommen, bedeuten. Dieser Punkt erfordert weitere und eingehendere Untersuchungen; jedenfalls erscheint es uns unzweifelhaft, dass jeder Endkorb nicht das Product der Ramificirung einer Faser, sondern zweier oder mehrerer ist, wie öfter bei den Kletterplexus des Kleinhirns.

Zellen. — Wie Mahaim bemerkt hat, sieht man im rothen Kern grosse und kleine Zellen. Die grossen sind multipolar und ihre Protoplasmafortsätze ausserordentlich lang; vielfach getheilt und mit unzähligen Stacheln besetzt, divergiren sie nach allen Richtungen. Die glatte Beschaffenheit des Zellkörpers contrastirt mit der Rauhheit seiner Fortsätze.

Der Axencylinder ist sehr schwer zu verfolgen; in der Mehrzahl der Fälle wendet er sich nach vorn; von seinem Endziel vermochten wir jedoch nicht, uns genügende Gewissheit zu verschaffen. Es giebt Zellen, welche diesen Fortsatz nach innen, auch nach hinten senden, doch sind sie die selteneren. Unterwegs schickt der Axencylinder eine oder zwei Collateralen aus, die sich zwischen den Zellen des Kerns verzweigen. Manchmal spaltet sich der Axencylinder in einen nach vorn und einen nach hinten gerichteten Ast. Die kleinen Zellen schienen sich uns in ihren Eigenthümlichkeiten von den grossen nicht zu unterscheiden.

Bei der Katze fanden wir ausser den gewöhnlichen, mit langen, zottigen Fortsätzen versehenen Zellen, andere von kleinem Umfang und sehr unregelmässiger Form (spindelförmige, bogenförmige, dreieckige etc.); die Protoplasmafortsätze sind durch ihren complicirten Verlauf und die Mannigfaltigkeit ihrer Collateralen ausgezeichnet. Einige dieser Fortsätze erfahren eine Umbiegung und verzweigen sich in der Umgebung der grossen Zellen nach Art pericellulärer Nester. Der Nervenfortsatz ist zart, sendet zwei oder mehrere zwischen den grossen Zellen verzweigte Collateralen aus und verliert sich zwischen den Bündeln des rothen Kerns; weiter konnten wir ihn mit Sicherheit nicht verfolgen; vielleicht handelt es sich um kurze Axencylinder, die sich in dem Filz des Kerns selber verzweigen.

XIV.

PEDUNCULUS CEREBELLI INFERIOR.

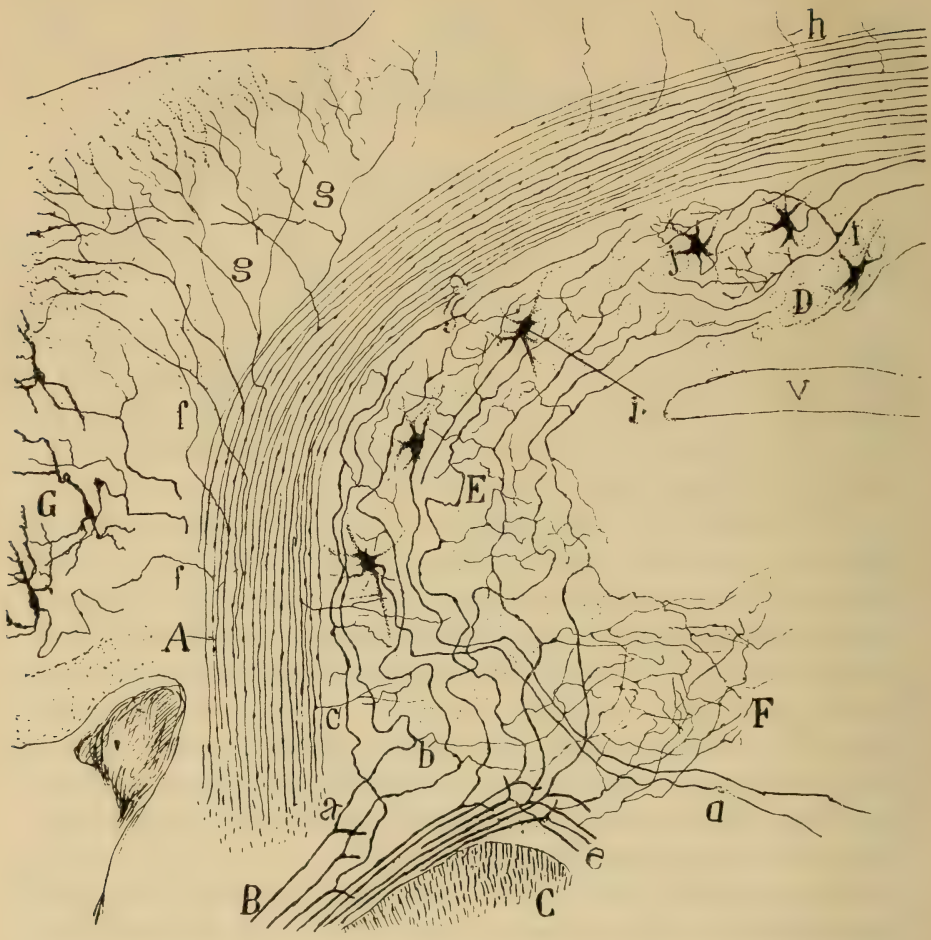
Beim Studium von Sagittalschnittserien durch das Gehirn einer neugeborenen Maus beobachtet man ohne Schwierigkeit den Verlauf des Pedunculus cerebelli inferior. Seine Fasern sind zart, glatt, parallel und bilden ein gekrümmtes, compactes Bündel, welches sich vom Corpus restiforme zum Wurm erstreckt. In ihm verlaufen die Fasern des acustischen Kleinhirnbündels, die man an ihrer Stärke, dem gewundenen Verlauf und den zahlreichen Collateralen erkennt. Dieselbe sind in der Mehrzahl, wie wir bereits an einem andern Orte gesagt haben, die Fortsetzung des aufsteigenden Astes des Vestibularis.

Verfolgt man an Sagittalschnitten sowohl als an transversalen den Pedunculus in seinem Kleinhirnverlauf, so bemerkt man, dass die grosse Mehrzahl seiner Fasern sich transversal wendet, indem sie in die weisse Substanz des Wurmes eintritt; fast alle diese Fasern kreuzen die Mittellinie, um sich in der weissen Substanz der entgegengesetzten Hälfte des Lobulus medius und lateralis zu zerstreuen; gleichwohl sondert sich im Niveau des Corpus dentatum und besonders oberhalb desselben constant eine Gruppe von Pedunculusfasern ab, welche sich in der weissen Substanz des Lobulus lateralis spalten und wiederholentlich in der Körnerschicht verzweigen (Fig. 28, *g*).

Wir vermochten den Ursprung und das corticale Ende dieser Pedunculusfasern nicht zu bestimmen. Leider pflegen, während diese Fasern sich gut imprägniren, die Zellen des Kleinhirns sich nicht zu färben und ausserdem zeigen Mäusefoeten und einige Tage alte Mäuse, bei denen der Pedunculus cerebelli inferior sich vollständig verfolgen lässt, die moosartigen Fasern und die kletternden Verzweigungen noch nicht in einer solchen Entwicklung, dass man sie zu erkennen vermag.

Wir neigen gleichwohl zu der Annahme und halten es für wahrscheinlich, dass ein Theil der Pedunculusfasern aus dem Bulbus kommt, vielleicht aus der Olive des Bulbus, und dass ihre Endigung mittelst

Fig. 28.



Frontalschnitt durch die Brücke, den Pedunculus cerebelli inferior, den Deiters'schen und Bechterew'schen Kern und den Kleinhirnwurm mit umfassend. Neugeborene Maus.

A, Pedunculus inferior, der Länge nach geschnitten; *B*, Wurzel des Vestibularis; *C*, Trigeminus; *D*, Dachkern; *E*, Bechterew'scher Kern; *F*, oberes Ende des Deiters'schen Kerns; *G*, Corpus dentatum; *a*, aufsteigender Ast des Vestibularis; *b*, Collaterale des aufsteigenden Astes für den Deiters'schen Kern; *c*, Collaterale des Pedunculus inferior; *e*, absteigende Aeste des Vestibularis; *d*, Axencylinder des Bechterew'schen Kerns; *f*, Collateralen des Pedunculus nach der Kleinhirn-Hemisphäre; *g*, Fasern des Pedunculus, welche sich in der Kleinhirnrinde zu verzweigen scheinen; *h*, Collateralen des Pedunculus nach dem Wurm; *J*, Zellen des Dachkerns, dessen Axencylinder in den Wurm eintreten; *I*, freie Verzweigung im Dachkern.

Moosfasern in der Körnerschicht statthat. Die erwähnten Verzweigungen des lateralen Bündels des Pedunculus in der Körnerschicht der Rinde des Lobulus lateralis, Verzweigungen, welche nach Art der von den Moosfasern erzeugten eine grosse Ausdehnung annehmen, sprechen für diese Vermuthung.

Nehmen auch die Purkinje'schen Zellen an der Bildung des Pedunculus cerebelli inferior Theil? In zwei oder drei Fällen gelang es uns, den Axencylinder dieser Zellen von seinem Ursprung in der Rinde einer Hemisphäre oder des Lobulus lateralis bis jenseits der Medianebene des Wurms zu verfolgen, wobei wir bemerkten, dass ausser den Collateralen, welche der Axencylinder in seinem Anfangsstück aussendet, er noch in seinem Verlauf durch die weisse Substanz andere für die Körnerschicht des Wurms abgiebt; indess vermögen wir aus dieser Beobachtung nicht einen Schluss auf die Betheiligung dieser Purkinje'schen Fasern am Pedunculus zu ziehen, da gerade, wenn diese Fasern sich gut färben, der Pedunculus dies nicht thut und in keinem Falle genügt die Strecke, auf der dieselben verfolgt worden sind, um ihr Endziel zu bestimmen.

In ihrem bogenförmigen und transversalen Verlauf senden die intracerebellären Fasern des Pedunculus verschiedene Collateralen aus: 1. Collateralen, die bald aufsteigend, bald absteigend in die Rinde des Wurms eintreten und sich darin verzweigen, 2. grössere Collateralen, zuweilen echte Bifurkationsäste, welche aus dem Pedunculus hervorgehen in dem Moment, in welchem dieser umbiegt, um sich dem Bulbus, zwischen Wurm und Lobulus lateralis, zuzuwenden; diese Collateralen verlaufen nach aussen und oben und verzweigen sich in der Kleinhirnhemisphäre. Endlich sendet er auf seinem Zuge nach aussen vom Bechterew'schen Kern in diesen einige Aestchen, welche sich zwischen den Zellen verzweigen (Fig. 28, *c*).

Unterhalb des Tuberculum acusticum spaltet sich der Pedunculus in zwei Bündel: ein grosses, divergirendes, nach vorn gerichtetes, das weiter nichts ist, als die Vereinigung der für die Olive des Bulbus bestimmten Fasern, und ein kleines, welches die Anfangsrichtung beibehält und sich zur Seite der absteigenden Trigeminuswurzel begiebt. Die Ansichten, welche wir hier äussern, bestätigen die Angaben vieler Autoren. Sie haben nur insofern Interesse, als sie sich auf das Studium von Präparaten

kleiner Gehirne stützen, an denen sich die Fasern leicht verfolgen lassen.

Um es noch einmal zu wiederholen: der Pedunculus cerebelli inferior besteht zum grossen Theil aus Fasern, die im Niveau des Wurms gekreuzt sind; dieselben scheinen weder mit dem Dachkern, noch mit dem Corpus dentatum in directer Verbindung zu stehen. Unsere jüngsten Beobachtungen an neugeborenen Mäusen und Mäusefoeten zeigen, dass die Endfasern dieser beiden Kerne dick sind und aus der Kleinhirnrinde hervorzugehen scheinen. Bezüglich des Corpus dentatum können wir versichern, dass fast alle Fasern, welche sich in ihm vertheilen, aus den Purkinje'schen Zellen der Hemisphäre derselben Seite hervortreten. In den Dachkern haben wir ebenfalls zahlreiche Purkinje'sche Fasern eintreten sehen, die oft in denselben eine derbe Collaterale senden; indess können wir nicht versichern, ob diese Fasern definitiv in dem Kern enden, oder ob sie nicht denselben bloss passiren, um zu anderen Centren zu ziehen.

XV.

KERN DES HYPOGLOSSUS.

Unsere Untersuchungen bezüglich des Kerns des Hypoglossus bestätigen vollauf die Beschreibungen der Autoren, besonders diejenigen Bechterew's, Forel's, van Gehuchten's, Kölliker's und Cramer's.

Bei der neugeborenen Maus sind die Zellen des Hypoglossuskerns voluminös und multipolar; ihre Protoplasmafortsätze sind rauh und stachlig und verzweigen sich ausschliesslich in dem Filz des Kerns; einige dieser Fortsätze kreuzen nach van Gehuchten die Raphe und vertheilen sich im Kern der anderen Seite (Commissura protoplasmatica). Eine Decussation von Axencylindern oder Wurzelfasern besteht nicht, wie Forel*) nachgewiesen hat. Die Axencylinder entbehren der Col-

*) Ueber das Verhältniss der experimentellen Atrophie und Degenerationsmethode zur Anatomie und Histologie des Centralnervensystems. Aus d. Festschrift f. d. Feier des 50j. Doc.-Jub. d. Prof. K. Wilh. von Nägeli's, Zürich, 1891.

lateralen und ziehen, nach einer Krümmung, nach vorn, zwei oder mehrere Bündel bildend, welche längs der Bulbusoberfläche nach aussen von der Olive, im Allgemeinen zwischen der Hauptolive und einem kleinen Kern, der vielleicht der accessorischen inneren Olive entspricht, verlaufen (Fig. 13). Bei der Maus und dem Kaninchen erwiesen sich uns die Wurzelfasern des Hypoglossus ausschliesslich als aus dem Hauptkern entsprossen. In Uebereinstimmung mit Kölliker bezweifeln wir sehr, dass der sogenannte Roller'sche Kern oder die accessorischen Kerne Duval's, die von diesen Autoren und von Koch für Ursprungskerne des Hypoglossus gehalten werden, irgend welche Beziehung zu diesem Nerv haben.

Zwischen diesen Kernen und im Niveau der Raphe existiren nach den Beschreibungen vieler Autoren Verbindungsfasern, unzutreffender Weise Commissurenfasern genannt, welche auch in den Präparaten nach Weigert-Pal zu Tage treten.

Diese Fasern lassen sich unterscheiden in feine oder internucleäre und grobe oder praenucleäre.

Die feinen oder internucleären liegen auf der ganzen Trennungslinie der Kerne beider Hypoglossi und sind nichts anderes als der Zug sensibler Collateralen, die zum grossen Theil in dem Kern der entgegengesetzten Seite verzweigt sind. Ursprung, Verlauf und Endigung dieser in beiden Kernen verzweigten Collateralen ist aus Figur 29, *d* ersichtlich.

Die praenucleären oder groben, von Koch, Duval, Kölliker, Edinger u. A. beschriebenen Fasern bilden eine Art Commissur vor den Ursprungskernen des Hypoglossus und hinter dem hinteren Längsbündel. Der Ursprung dieser Fasern ist nicht immer derselbe. Die gröberen repräsentiren Axencylinder von Zellen der weissen reticulären Substanz, welche sich nach hinten wenden (zuweilen die Wurzelfasern des Hypoglossus begleitend), die Mittellinie kreuzen und in das hintere Längsbündel eintreten, wo sie sich oft in einen auf- und einen absteigenden Ast spalten. Diese Kreuzung ist zuweilen für eine Decussation der Wurzel des Hypoglossus gehalten worden. Die andern, etwas weniger groben Fasern, ebenfalls von Koch, Kölliker, Cramer u. A. beobachtet, kommen aus der Raphe, kreuzen die Mittellinie und verzweigen sich im Filz dieses Kerns. Wir vermochten nicht genügend diese Fasern zu verfolgen, die nach Kölliker's Vermuthung vielleicht der Pyramidenbahn entsprechen.

Der Hypoglossuskern empfängt aussen und vorn eine Menge Collateralen sensibler Natur, deren Existenz Kölliker nachgewiesen hat (Fig. 29, *i*, *g*, *n*).

Fig. 29.

Transversalschnitt durch den Bulbus einer Maus im Niveau des Commissurenkerns.

A, Commissurenkern; *B*, Hypoglossuskern; *C*, Kreuzung des Lemniscus internus; *D*, Querschnitt des Fasciculus solitarius; *a*, Zelle des Commissurenkerns; *b*, *c*, Endfasern des Vagus und Glossopharyngeus; *d*, Collateralencommissur der Hypoglossuskerne; *g*, *f*, Collateralen sensibler Fasern zweiter Ordnung für den Hypoglossuskern.

In unseren Präparaten von neugeborenen Mäusen und Mäusefoeten lassen sich an diesen Collateralen dreierlei Ursprünge erkennen: einige

kommen aus der horizontalen Strecke sensibler Axencylinder zweiter Ordnung, deren Ursprungszellen in den Endkernen des Vagus und Glossopharyngeus liegen; andere gehen aus dem horizontalen und bogenförmigen Verlauf zahlreicher sensibler Fasern zweiter Ordnung hervor, deren Ursprungszellen in der Substantia gelatinosa des Trigeminus liegen; noch andere zahlreiche schliesslich entspringen aus dem verticalen Verlauf der gemeinsamen centralen Bahn des Trigeminus, Glossopharyngeus und Vagus. Diese centrale Bahn entspricht bei der Maus einer Region weisser Substanz, die an der hinteren Grenze der Substantia reticularis grisea, zwischen den drei Endkernen des Trigeminus, Vagus-Glossopharyngeus und Hypoglossus gelegen ist (Fig. 29, *E*). Die aus den horizontalen sensiblen Fasern der Kerne des Vagus und Glossopharyngeus stammenden Collateralen sind zuweilen so kräftig, dass sie Bifurkationsäste repräsentiren; eben so oft findet man sensible Fasern, welche zwei Collateralen zum Hypoglossuskern senden.

Wir vermochten niemals den Eintritt directer Collateralen der Wurzeln des Trigeminus, des Vagus und Glossopharyngeus in den Hypoglossuskern zu entdecken. Die Vertheilung dieser Collateralen scheint immer auf den grauen Endherd (Substantia gelatinosa des Trigeminus, absteigender Kern des Vagus etc.) beschränkt zu sein; eben so wenig konnten wir die Fasern, die nach Kölliker aus der Olive des Bulbus stammen sollen, finden.

XVI.

KERN DES FACIALIS.

Etwas Wesentliches können wir den Beschreibungen Duval's, Obersteiner's, Bechterew's, Edinger's, Kölliker's u. A. nicht hinzufügen.

Bei neugeborenen Mäusen und Kaninchen ist der Facialiskern verhältnissmässig voluminös, bilobulär, oberflächlich gelegen und im vorderen Theil von einer zarten Schicht weisser Substanz bedeckt, welche dem Seitenstrangrest entspricht. Nach oben berührt er fast die obere Olive

und nach aussen befindet er sich in geringem Abstande von der Substantia gelatinosa des Trigeminus (Fig. 11, *c* und 16, *A*).

Die Zellen des genannten Kerns sind multipolar und von beträchtlicher Grösse; sie erstrecken ihre langen und zottigen Protoplasmafortsätze mit Vorliebe in antero-posteriorer Richtung. Der Axencylinder giebt keine Collaterale ab, beschreibt oft einen Bogen, während er innerhalb des Kerns verläuft, wendet sich alsdann nach hinten, erreicht den hinteren Rand der weissen Substanz des Bulbus und biegt nach oben um, um das Facialisknie zu bilden; in der Höhe der oberen Olive angelangt, wendet er sich nach vorn und entspringt aus dem Bulbus im Niveau des Corpus trapezoides zwischen der oberen Olive und der absteigenden Trigeminuswurzel. Eine Gruppe von Fasern kreuzt sich in der Raphe hinter dem hinteren Längsbündel, wie bereits Stieda, Obersteiner und Cramer gezeigt haben.*) Keine einzige Faser des Facialis geht aus dem Abducenskern hervor, wie letzteres Meynert, Clarke, Duval, Schwalbe u. A. behauptet haben; auch Kölliker nimmt einen solchen Ursprung nicht an (Fig. 30, *D*).

Was die Beziehungen des Facialiskerns zu den übrigen Centren der Medulla anlangt, so lehrt Kölliker folgende: 1. eine Verbindung mit der Pyramidenbahn mittelst Fasern der letzteren, welche nach Kreuzung der Raphe zum Facialiskern der entgegengesetzten Seite ziehen sollen; 2. soll dieser Kern directe Collateralen der absteigenden sensiblen Trigeminuswurzel aufnehmen; 3. soll sich derselbe mittelst Collateralen mit den Fasern des Seitenstrangrestes in Verbindung setzen; 4. sollen das Corpus trapezoides und die obere Olive Fasern zum Facialis senden.

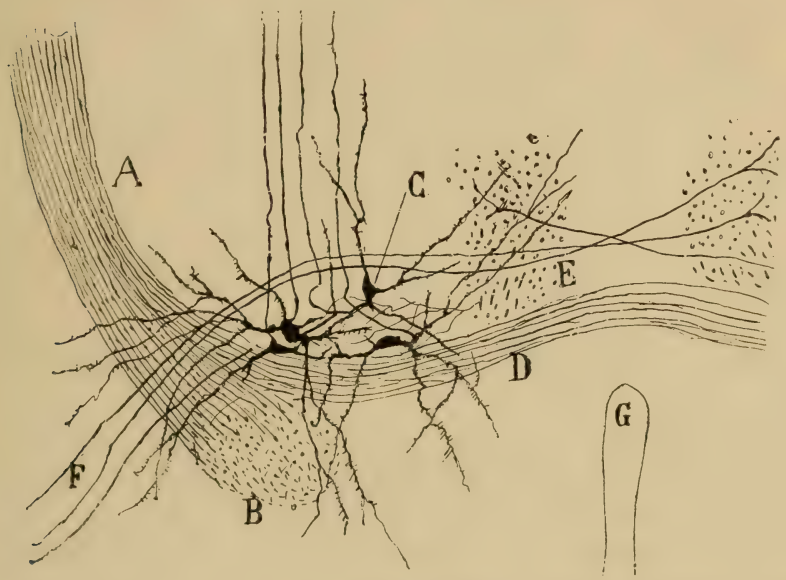
Von allen den von Kölliker angegebenen Fasern existiren in unseren Präparaten nur die aus dem Seitenstrang entspringenden. Diese Collateralen sind sehr zahlreich und kommen, die einen aus dem Strange weisser Substanz, welche vorn den Facialiskern begrenzt, die anderen

*) Anfangs glaubten wir mit Kölliker und Anderen, dass diese Kreuzung auf einer irrthümlichen Deutung beruht, indem man bogenförmige, aus dem Deiters'schen Kern kommende Fasern für Facialisfasern hielt; indess traten kürzlich an einem einwandfreien Präparat diese gekreuzten Fasern so deutlich zu Tage, dass wir ihre Existenz nicht leugnen können. Dieselben sind spärlich und zarter als die bogenförmigen Fasern, welche das Facialisknie kreuzen.

aus interstitiellen verticalen Bündeln; noch andere schliesslich aus den Fasern, welche aussen den genannten Kern begrenzen (Fig. 11, *b*, *c*). Die interstitiellen longitudinalen Bündel repräsentiren ebenfalls Fasern des Seitenstrangs, die durch die Nervenzellen getrennt sind.

Die sensiblen Collateralen sind sehr zahlreiche, indess treten sie nicht aus der absteigenden Wurzel des Trigeminus hervor, sondern aus

Fig. 30.



Schnitt durch den Bulbus einer neugeborenen Maus im Niveau des Facialisknies.

A, Facialis; *B*, Schnitt durch dessen Knie; *D*, Bündel aus dem Facialis, welches die Raphe kreuzt; *E*, hinteres Längsbündel, welches Fasern (*F*) aus dem Deiters'schen Kern aufnimmt; *C*, Zellen des Abducenskerns; *G*, Ventrikel.

transversalen, aus Zellen der Substantia gelatinosa entsprungenen Axencylindern. Gewöhnlich liegen diese Zellen in dem vorderen Theil der Substantia gelatinosa und nicht selten sieht man, dass ihre Nervenfortsätze zwei kräftige Collateralen zum Kern des Facialis senden. Nach unserem Dafürhalten finden die Verbindungen zwischen dem Trigeminus

und Facialis, wie alle motorisch-sensiblen Verbindungen des Bulbus mit gelegentlichen Ausnahmen, nur mittelst Collateralen oder sensibler Endfasern zweiter Ordnung statt; speciell beim Facialis wollen wir bemerken, dass, wenn, die nahe Beziehung zwischen der sensiblen Wurzel des Trigeminus und dem Facialiskern vorausgesetzt, die erwähnten directen Collateralen wirklich existiren, sie mit Leichtigkeit bei Maus und Kaninchen zu beobachten sein müssten; um so mehr als bei der grossen Mehrzahl unserer Präparate von Mäusefoeten und wenige Tage alten Mäusen die Collateralen der absteigenden sensiblen Wurzel des Trigeminus sich in bewundernswerther Vollständigkeit gefärbt zeigten (Fig. 11, *d*).

Wir bestreiten nicht die Existenz der übrigen von Kölliker angegebenen Verbindungen; wir wollen nur erwähnen, dass trotz der günstigen Bedingungen, unter denen wir arbeiteten, es uns bisher nicht gelang, uns von ihrem wirklichen Vorhandensein zu vergewissern.

XVII.

ZELLEN DER SUBSTANTIA RETICULARIS DES BULBUS.

Die Zellen der Substantia reticularis grisea und alba sind vor kurzem von Kölliker und Held studirt worden. Unsere Beobachtungen stimmen mit denen dieser Forscher vollständig überein.

Die Nervenfasern der Substantia reticularis, welche im Bulbus die kurzen Bahnen des Vorderseitenstrangs der Medulla repräsentiren, gehen aus Zellen hervor, welche theils den Strängen, theils der Commissur angehören und zwischen den Bündeln der genannten Substanz liegen. Diese Zellen sind oft sehr gross und erreichen 90 μ und mehr; ihre Gestalt ist sternförmig und ihre Protoplasmafortsätze, dick und vielfach dichotomisch gespalten, divergiren nach allen Richtungen und erreichen eine sehr bedeutende Länge. Der Axencylinder ist kräftig und verläuft nach verschiedenen Richtungen; manchmal zieht er nach innen, kreuzt die Raphe und setzt sich in eine Faser der grauen oder weissen reticulären Substanz der anderen Seite fort; indess öfter wendet er sich nach hinten, vorn oder aussen und zieht nach einer kurzen Strecke longitudinal in

die graue reticuläre Substanz. Unterwegs giebt er verschiedene Collateralen ab, welche sich zwischen den Bündeln dieser Substanz verzweigen, und indem er sich in letztere fortsetzt, erfährt er entweder eine blosse Biegung oder er spaltet sich in T-Form in einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast. Oft verlängert sich, wie Held beobachtet hat, der Axencylinder in drei oder mehr Fasern der weissen Substanz, die in verschiedenen Regionen derselben gelegen sind, z. B. sendet der Axencylinder zuerst eine kräftige Collaterale aus, welche sich longitudinal wendet und in eine Faser der Substantia reticularis fortsetzt; alsbald passirt das Anfangsstück die Raphe und erzeugt mittelst Bifurkation zwei Fasern der Substantia reticularis der entgegengesetzten Seite.

Die grosse Mehrzahl der Axencylinder der Zellen der reticulären Substanz setzt sich ausschliesslich in die Nervenfasern der grauen reticulären Substanz fort, da wie bekannt, die Fasern der weissen reticulären Substanz fast alle sensible Bahnen zweiter Ordnung repräsentiren. Aber da die Zellen der reticulären Substanz, wie wir an einer anderen Stelle gezeigt haben, niemals directe sensible Collateralen, sondern solche centripetaler Bahnen zweiter Ordnung aufnehmen, so geht daraus hervor, dass im Allgemeinen die Substantia reticularis grisea durch eine sensible Bahn dritter Ordnung gebildet wird, welche die Bestimmung hat, die durch den Trigeminus, Vagus und Glossopharyngeus zugeführten sensiblen Erregungen über ein grösseres Gebiet motorischer Kerne des Bulbus zu vertheilen. Wir nehmen natürlich von der Bildung der grauen reticulären Substanz die laterale centrale Bahn des Trigeminus, Vagus, Glossopharyngeus und Vestibularis aus, welche, wie bereits anderwärts erwähnt, im hinteren äusseren Theil der genannten Substanz liegt. Dass überdies die Zellen der reticulären Substanz sensible Elemente dritter Ordnung repräsentiren, ist ein Gedanke, den schon Kölliker ausgesprochen hat.

In den Fig. 16, *M, L, P* und Fig. 3, *N* demonstriren wir einige Zellen, deren Nervenfortsätze in die Substantia reticularis eintraten. Bei *M,* Fig. 16 sieht man zwei, unweit der Raphe und der Pyramidenbahn gelegene Zellen, deren Nervenfortsätze zu der den Facialiskern von innen begrenzenden weissen Substanz ziehen; die Vereinigung dieser Axencylinder, deren einige aus den Zellen der anderen Seite kommen, ordnet sich in transversale, hinter der Pyramidenbahn gelegene Bündel an. In

derselben Figur reproduciren wir bei *P* eine Zelle, deren Axencylinder zur hinteren Partie der Substantia reticularis grisea verlief. In Fig. 3, *N* zeigen wir drei grosse und zwei mittlere Zellen, die sämmtlich den absteigenden Axencylinder bald zum vorderen, bald zum hinteren Theil der Substantia reticularis grisea senden.

Bei Mäusefoeten oder Mäusen von wenigen Tagen finden sich gewöhnlich Zellen mitten in der Raphe, besonders in deren ventraler Partie. Diese Zellen, ebenso wie die auf der Mittellinie gelegenen, kreuzen mit ihren Protoplasmafortsätzen die Raphe und bilden eine Commissura protoplasmatica, ähnlich derjenigen der Medulla spinalis. Die Raphe enthält auch eine Commissur von Collateralen, die im Allgemeinen aus Axencylindern der centralen sensiblen Bahn zweiter Ordnung entspringen (Fig. 16, *L*).

XVIII.

GLANDULA PINEALIS.

Unsere Versuche, dieses Organ zu imprägniren, gestatteten uns nicht, die Form der Drüsenkanäle zu bestimmen; dagegen konnten wir die Nervenfasern, welche sich zwischen den Acini vertheilen und einige interstitielle Zellen, deren Bedeutung noch unbekannt ist, beobachten.

Die Nervenfasern sind sympathischer Natur und dringen in Begleitung der grossen Gefässe, welche das Organ umgeben, in letzteres ein. In dem Geflecht der Glandula angelangt, dissociiren sich die perivasculären Bündel und die selbständigen und von den Gefässen getrennten Axencylinder verlaufen zwischen den Acini, verzweigen sich zu wiederholten Malen und erzeugen, in Verbindung mit anderen Nervenfasern, einen ausserordentlich reichen, interstitiellen Plexus; schliesslich löst sich ein jeder Ast dieser ausgedehnten Verzweigung nach einem complicirten Verlauf in eine variköse Arborisation kurzer, mit einem Körnchen oder einer etwas verdickten Spitze endenden Aestchen auf (Fig. 31, *b*).

Diese Endästchen liegen über der äusseren Seite der Drüsenzellen,

ohne in das Protoplasma, noch in die trennenden Interstitien zweier benachbarter Zellen einzudringen, so dass die Verbindungen zwischen den Nerven und dem Drüsen-Protoplasma mittelst Contact stattfindet, wie unsere Untersuchungen, sowie diejenigen von Fusari, Panasci, Retzius, Müller u. A. auch bei anderen Drüsen nachgewiesen haben.

Fig. 31.

Querschnitt durch die Glandula pinealis eines acht Tage alten Kaninchens.

a, Bündel sympathischer Nervenfasern; *b*, Endverzweigungen derselben; *c*, specifische sternförmige Zellen.

An einigen Stellen der Glandula, und wahrscheinlich zwischen den Acini (Fig. 31, *c, d*) liegen einige specifische Zellen, welche auf den ersten Blick den Körnern des Kleinhirns gleichen. Sie besitzen einen kleinen, sphäroiden oder unregelmässigen Körper und zwei bis vier, verschieden lange, bald gespaltene, bald ungespaltene Fortsätze, welche

gewöhnlich mit einem Klümpchen oder einer abgerundeten Protoplasmamasse enden. Alle diese Fortsätze sind kurz und ähneln etwas den Protoplasmafortsätzen der Nervenzellen. Einen Axencylinder konnten wir niemals finden. Die Natur dieser Zellen ist uns unbekannt; vielleicht sind sie Homologa der interstitiellen Nervenzellen der Drüsen (cellulae sympathicae interstitiales Cajal's).

XIX.

ENDIGUNG VON ASSOCIATIONSFASERN IN DER MOLECULARSCHICHT DES GEHIRNS.

An den Gehirnpräparaten von der Maus, welche uns zum Studium des Thalamus opticus gedient hatten, haben wir eine Eigenthümlichkeit constatirt, welche hervorgehoben zu werden verdient. Aus dem antero-posterioren Associationsbündel treten an verschiedenen Stellen seines Verlaufs compacte Bündelchen hervor, welche, ohne sich in der Rinde zu verzweigen oder zu zerstreuen, in die Molecularschicht aufsteigen, woselbst sie sich horizontal wenden. Die sie zusammensetzenden Fasern legen in dieser Schicht bedeutende Strecken zurück, senden Collateralen aus, welche sich zwischen den Zellen der Molecularschicht verzweigen, und enden vielleicht frei in dem Filz derselben. Diese für die Molecularschicht bestimmten Associationsfasern trifft man in sehr grosser Zahl in der den Hemisphärenspalt begrenzenden Hirnrinde, sowie in der Regio optica der Occipitalrinde (Zone des Vicq d'Azyr'schen Streifs). Was ihre Herkunft anlangt, so neigen wir zu der Annahme, dass es sich um Associationsfasern handelt, welche an anderen Orten der Rinde entsprungen sind. Bis jetzt kamen fast alle diejenigen, welche wir mit genügender Deutlichkeit gesehen haben, aus dem antero-posterioren Associationsbündel, welches dem Fasciculus longitudinalis inferior des menschlichen Gehirns (nach Ganser) homolog ist. Ueberdies setzte sich keine der Fasern in Projectionsfasern fort.

Diese Anordnung legt uns den Gedanken nahe, dass vielleicht alle Associationsfasern der Rinde mit freien Verzweigungen in der Molecular-

schicht enden und demzufolge mit dem peripheren Büschel der Pyramidenzellen in Verbindung treten. Der Körper und der Schaft dieser Zellen könnten zu anderen Verbindungen dienen, vielleicht solchen mit sensiblen Endfasern. Wir bemerken hier auch, dass die Molecularschicht des Gehirns der Ort ist, wo die Olfactoriusfasern zweiter Ordnung (äussere Wurzel des Nervus olfactorius) und die die centrale Opticusbahn bildenden Fasern (Occipitalgegend des Gehirns der neugeborenen Maus) auslaufen.

Literaturverzeichniss.

[1]) S. Ramón Cajal: Sobre la existencia de bifurcaciones y colaterales en los nervios sensitivos craneales y substancia blanca del cerebro. Gac. sanitaria de Barcelona, 10de Abril de 1891.

[2]) Loc. citat., pag. 282.

[3]) Kölliker: Der feinere Bau des verlängerten Markes. Anat. Anzeiger, Nr. 14 und 15 (3. Aug. 1891).

[4]) H. Held: Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abtheil., 1892.

[5]) van Gehuchten: Le système nerveux de l'homme. 1894.

[6]) Kölliker: Loc. cit. u. Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl. 2. Band. 1893.

[7]) H. Held: Die Endigungsweise der sensiblen Nerven im Gehirn. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abtheilung. 1892.

[8]) Meynert: Psychiatrie, Bd. I, S. 98.

[9]) Golgi: Intorno all'origine del quarto nervo cerebrale. Atti della reale Accad. dei Lincei. Ser. V, vol. II, 1893.

[10]) Lugaro: Sull' origine di alcuni nervi encefalici. Archivio di ottalmologia, vol. II, fasc. 6, 1894.

[11]) Kölliker: Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl., p. 290, 1892.

[12]) Forel: Einige hirnanatomische Untersuchungen. (Tageblatt der 54. Versammlung deutsch. Naturforsch. u. Aerzte in Salzburg, 1881.)

[13]) Gudden: Ueber die Verbindungsbahnen des kleinen Gehirns. (Versammlung deutsch. Naturforsch. in Eisenach, 1882. Tageblatt.)

[14]) Perikles Veyas: Experimentelle Beiträge zur Kenntniss der Verbindungsbahnen des Kleinhirns, etc. (Arch. f. Psych. Bd. XVI, 1885.)

[15]) Mahaim: Recherches sur la structure anatomique du noyau rouge, etc. Bruxelles 1894.

[16]) Marchi: Sull' origine e decorso di pedunculi cerebellari e sui loro rapporti cogli altri centri nervosi. (Publ. d. reale Instituto di Studi superiori in Firenze, 1891.)

[17]) Cajal: Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encéfalo.

— VI. Conexiones distantes de las células de Purkinje. (Anales de Hist. Nat., 2a serie, t. III. 1894.)

[18]) Cramer: Beiträge zur feineren Anatomie der Medulla oblongata und der Brücke, etc. Jena, 1894.

[19]) Tartuferi: Sull' Anatomia minuta delle eminenze bigemine anteriori dell' uomo. Milano, 1885.

[20]) P. Ramón: Investigaciones sobre los centros ópticos de los vertebrados. Tesis del doctorado, 1890, é Investigaciones micográficas en el encéfalo de los batracios y reptiles, cuerpos geniculados y tubérculos cuadrigéminos de los mamíferos. Zaragoza, 1894.

[21]) Held: Die centrale Gehörleitung. (Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abtheilung, 1893.)

[22]) Forel: Beiträge zur Kenntniss des Thalamus opticus. Sitzungsber. d. Wiener Acad. Bd. 66, III. Abtheilung, 1872.

[23]) Ganser: Vergleichend-anatomische Studien über das Gehirn des Maulwurfs. Morphologisches Jahrbuch. 1. Band, 4. Heft, 1882.

[24]) Edinger: Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane des Menschen und der Thiere. 4. Aufl., 1893.

[25]) van Gehuchten: Contribution à l'étude du système nerveux des Téléostéens. La cellule: Bd. X, 2. Heft, 1893.

[26]) S. R. Cajal: Notas preventivas sobre la estructura del encéfalo de los teleósteos. Anal. de la Socied. Esp. de Hist. Nat., 2a serie, t. III. 1894.

[27]) Gudden: Mittheilung über Ganglion interpedunculare. (Arch. f. Psych. u. Nervenkrankh. Bd. XI, p. 414.)

[28]) Ganser: Loc. cit.

[29]) Bechterew: Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark. Leipzig, 1894.

[30]) D. Dees: Zur Anatomie und Physiologie des N. vagus. (Arch. f. Psych. Bd. 20.)

[31]) Obersteiner: Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane, etc. 2. Aufl., 1892.

[32]) Edinger: Nervöse Centralorgane, 4. Aufl., 1893.

[33]) Kölliker: Handbuch der Gewebelehre. 6. Aufl. II. Band, 1893.

[34]) Held: Die Endigungsweise der sensiblen Nerven im Gehirn. (Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abth., 1892.)

[35]) Cramer: Beiträge zur feineren Anatomie der Medulla oblongata und der Brücke, etc. Jena, 1894.

[36]) Edinger: Loc. cit.

[37]) Darkschewitsch: Einige Bemerkungen über den Faserverlauf in der hinteren Commissur des Gehirns. Neurol. Centralbl., 1886.

[38]) Spitzka: The oculomotor-centres and their coordinators. (Adress delivered before the Philadelphia Neurological Society. 1889.)

[39]) Gudden: Gesammelte Abhandlnngen. Wiesbaden 1889.

[40]) Jakowenko: Zur Frage über den Bau des hinteren Längsbündels, etc. Ref. im Neurol. Centralbl. 1888.

[41]) Obersteiner: Nervöse Centralorgane, etc. 2. Aufl., 1892.

[42]) H. Held: Die centrale Gehörleitung. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abtheilung, 1893.

[43]) Kölliker: Anatomischer Anzeiger, Bd. 6, 1891 und Handbuch der Gewebelehre. 2. Aufl., 2. Band, p. 300.

[44]) Cramer: loc. cit., p. 76.

[45]) His: Zur Geschichte des Gehirns sowie der centralen und peripherischen Nervenbahnen. (Abhdl. d. math.-physikal. Class. d. Königl. Sächs. Gesellschaft d. Wissenschaft. 1888. XIV. Bd.)

[46]) Retzius: Die Endigungsweise der Gehörnerven. (Biologische Untersuchungen. Neue Folge, III. Stockholm, 1892.)

[47]) Lenhossek: Die Nervenendigungen in den Maculae and Cristae acusticae. Nach einem am 23. Mai 1893 in der VII. Versammlung der Anatomischen Gesellschaft in Göttingen gehaltenen Vortrag.

[48]) Bechterew: Ueber die innere Abtheilung des Strickkörpers und den achten Hirnnerven. Neurol. Centralbl. 1895, und: Zur Frage über den Ursprung des Hörnerven. (Neurol. Centralbl., 1887.)

[49]) Onufrowicz: Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Ursprungs des Nervus acusticus, etc. (Arch. f. Psych., B. 16).

[50]) Forel: Vorläufige Mittheilung über den Ursprung des Nervus acusticus. (Neurol. Centralbl., 1889.)

[51]) Flechsig: Weitere Mittheilungen über die Beziehungen des unteren Vierhügel zum Hörnerven. (Neurol. Centralbl., 1890.)

[52]) Roller: Die cerebralen und cerebellaren Verbindungen des 3.—12. Hirnnervenpaares, etc. (Allgem. Zeitsch. f. Psych., Bd. 38.)

[53]) Bumm: Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Hörnervenursprungs beim Kaninchen. (Allgem. Zeitschrift f. Psych., Bd. 49.)

[54]) Obersteiner: Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane etc., 1893.

[55]) Cramer: Beiträge zur feineren Anatomie der Medulla oblongata und der Brücke, etc. 1894.)

[56]) Kölliker: Der feinere Bau des verlängerten Markes (Anat. Anzeiger, 1891) und Handbuch der Gewebelehre des Menschen. (6. Aufl., 2. Bd., 1. Hälfte, 1893.)

[57]) H. Held: Die Endigungsweise der sensiblen Nerven im Gehirn. (Arch. f. Anat. und Physiol., Anat. Abth., 1892.)

[58]) L. Sala: Sull' origine del nervo acustico. (Not. prevent., Monitore zool. italiano, Nr. 11) und (Arch. f. mikros. Anat., Bd. 37, 1893).

[59]) Kölliker: Loc. cit., p. 219 u. s. f.

[60]) Held: Ueber eine directe acustische Rindenbahn und den Ursprung des Vorderstrangrestes beim Menschen. (Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat Abth., 1892.)

[61]) Held: Beiträge zur feineren Anatomie des Kleinhirns und des Hirnstammes. (Arch. f. Anat. u. Physiol., 1893.)

[62]) Sala: Sur l'origine du nerf acustique. (Arch. ital. de biol., Bd. 16 und Neurol. Centralbl., 1892.)

[63]) H. Held: Die centralen Bahnen des Nervus acusticus bei der Katze. (Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abth., 1891) und: Die centrale Gehörleitung. (Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abth., 1893.)

[64]) Kölliker: Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl., II. Bd. 1893.

[65]) Martin: Handbuch der Anatomie der Hausthiere. 3. Aufl. 1891 bis 1893, und: Zur Endigung des Nervus acusticus im Gehirn der Katze. Anat. Anzeiger, Nr. 5—6. 1893.

[66]) Meynert: Stricker's Gewebelehre. Leipzig, 1870.

[67]) Bechterew: Zur Frage über den Ursprung des Hörnerven. Neurol. Centralbl., 1887.

[68]) Forel: Vorläufige Mittheilung über den Ursprung des Nervus acusticus. Neurol. Centralblatt, 1885.

[69]) Onufrowicz: Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Ursprungs des Nervus acusticus des Kaninchens. Arch. f. Psych., Bd. XVI.

[70]) Baginsky: Ueber den Ursprung und den centralen Verlauf des Nervus acusticus des Kaninchens. Virch. Arch., Bd. 109, H. 1.

[71]) Flechsig: Weitere Mittheilungen über die Beziehungen des unteren Vierhügels zum Hörnerven. Neurol. Centralbl., 1890.

[72]) Monakow: Ueber den Ursprung der N. acusticus. Monatsschrift f. Ohrenheilkunde, 1886, und: Striae acusticae u. untere Schleife. Arch. f. Psych., Bd. 22.

[73]) Bumm: Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Hörnervenursprungs beim Kaninchen. Allgem. Zeitschrift f. Psych., Bd. 45.

[74]) Kirlizew: Zur Lehre vom Ursprung und centralen Verlauf des Gehörnerven. Neurolog. Centralbl., 1892.

[75]) Forel: Beiträge zur Kenntniss des Thalamus opticus, etc. Aus dem LXVI. Bd. der Sitzung der K. Akad. d. Wissensch., III. Abth., 1872.

[76]) Ganser: Vergleichend-anatomische Studien über das Gehirn des Maulwurfs. Morphol. Jahrbuch, 1882.

[77]) Meynert: Vom Gehirne der Säugethiere. Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. 1872.

[78]) Monakow: Experimentelle und pathologisch-anatomische Untersuchungen über die Beziehungen der sogenannten Sehsphäre, etc. Arch. f. Psychiatrie, vol. 14, 16, 20, 22, 23.

[79]) Marchi: Sulla struttura dei Talami ottici. (Rev. sperim. di freniatria. 1884 bis 1885.)

[80]) Tartuferi: Studio comparativo del tratto ottico e dei corpi genicolati nell' uomo, nelle scimmie e nei mammiferi inferiori. Torino, 1881.

[81]) P. Ramón: Investigaciones de histologia comparada en los centros de la visión de distintos vertebrados, 1890 y Investigaciones micrográficas en el encefalo de los batracios y reptiles, cuerpos geniculados y tuberculos cuadrigéminos de los mamíferos. Zaragoza, 1894.

[82]) Honegger: Vergleich. anat. Untersuchungen über den Fornix, etc. (Recueil zool. suisse. 1890.)

[83]) Edinger: Nervöse Centralorgane. 4. Aufl., 1893.

[84]) Mahaim: Recherches sur la structure anatomique du noyan rouge. Bruxelles, 1894.

[85]) Martin: Handbuch der Anatomie der Hausthiere von Franck. 3. Aufl., ergänzt von P. Martin, Stuttgart, 1892.

Druck von C. Grumbach in Leipzig.

F.A. BARTHEL
Buchbinderei

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00259648 4
nhanth QL933.R17 G1896
Beitrag zum Studium der Medulla oblongat